

**Válasz Dr. Práger Tamás bírálata, melyet a „Különböző taxonok pollenjeinek komplex statisztikai elemzése a meteorológiai elemekkel összefüggésben, különös tekintettel a parlagfű pollenjére” c. MTA doktori értekezésemre készített.**

**Igen Tisztelt Bíráló!**

A bírálata a válaszomat a megjelölt blokkok szerint adom meg.

***Az értekezés szerkezetének ismertetése, tartalmi elemzése***

***Az értekezés felépítése:***

Az értekezés terjedelme 111 oldal, ami a következőkben ismertetendő 13 fejezetre oszlik. 25 ábrát és 23 táblázatot tartalmaz, az irodalmi hivatkozások száma 220 (ha nem számoltam el), az internetes hivatkozásokat nem számítva (6).

***Az egyes fejezetek tartalma:***

A **Bevezetésben (1)** Szerző általános áttekintést ad az európai és elsősorban a magyarországi pollen-allergiás megbetegedésekről, valamint megpróbálja rangsorolni a pollen-allergiát okozó növényeket veszélyességük szerint, figyelembe véve azt, hogy az adott növény az éves össz-pollen koncentráció hány százalékáért felelős, valamint hogy az allergiás személyek hány százaléka érzékeny az adott növényfaj pollenjére. Természetesen e két jellemző statisztikailag nem független egymástól. Vázlatosan leírja az allergiás folyamat kialakulását az emberi szervezetben. A bevezetés második részében kizárólag a legveszélyesebbnek talált parlagfűre koncentrál, megpróbálja megbecsülni e növény hazai kártékony hatásainak összességét, és az e hatások által okozott anyagi kárt.

A **Célkitűzésben (2)** nyilvánvalóan az értekezés céljait sorolja fel, amelyek a következők: (a) a parlagfű pollenkoncentráció napi adataiból alkotott idősor statisztikai vizsgálata, és a Jelölt által megkonstruált próbával a legnagyobb pollen-terhelésű időszak, valamint a pollináció folyamatában elkülöníthető más időszakok közelítő meghatározása; (b) a Szeged térségébe érkező pollen-szennyezés forrás-területeinek meghatározása az ún. inverz, vagy retrográd légpálya (ang. *backward trajectory*) módszer alkalmazásával; (c) a fő forrás-területek, mint maximális koncentrációjú régiók klaszter-analízise, a helyi, közepes távolságú és nagytávolságú pollen-szállítás elkülönítése; (d) a helyi időjárás-típusok, valamint a nagyobb térségű időjárás helyzetet jellemző, nyomási mező klaszterezésen alapuló „objektív” és a „szubjektív” Péczy-típusok szerepének vizsgálata; (e) az időjárás frontok szerepének vizsgálata; (f) időfüggő lineáris és nem-paraméteres regressziós eljárások felhasználása a Szeged térségében várható napi pollenkoncentrációk előrejelzésére; (g) a biológiai és kémiai légszennyezők hatásának elemzése a légúti megbetegedésekre Szeged térségében; és végül (h) 19 növényfajt magában foglaló pollenadatbázis felhasználásával pollen-allergia trendanalízis és kockázat-elemzés a térségre vonatkozóan. Hangsúlyozza azon reményét, hogy a kapott mennyiségi mérőszámok és minőségi kategóriák hatékonyabbá tehetik a pollenszennyezettség kezelését.

Az **Adatbázis (3)** részben Szerző bemutatja az általa felhasznált biológiai és meteorológiai adatbázist. E rész első pontjában (3.1.) a mérőhelyekkel, ill. a mért adatok térbeli reprezentativitásával foglalkozik.

## 1. A METEOROLÓGIAI MÉRÉSI ADATOK ÁTLAGOLÁSÁVAL KAPCSOLATOS PROBLÉMÁK

Az első bemutatott mérőhely a szegedi meteorológiai és levegőminőség monitoring állomás, ahol a kémiai légszennyezők mérése (általános profilú levegőkémiai állomás, NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, CO és PM<sub>10</sub> mérésekkel, ahol az utolsó a szálló por 10µm-nél kisebb átmérőjű szemcsékből álló frakciója) mellett a meteorológiai állapothatározók (légnyomás, hőmérséklet, légnedvesség, globálsugárzás, szélirány és szélsébség) egyidejű mérése is folyik. *Megjegyezném, hogy az alapadatokat szolgáltató 10 mp-ben megjelölt mérési gyakoriság valószínűleg nem minden adatra vonatkozik, és számomra érthetetlen a jelentős adatvesztéssel járó 30 perces átlagolás is. A mikro-meteorológiai adatok szokásos átlagolási ideje 10 perc.*

A műszer és az adatgyűjtő rendszer (ENVIDASFW Rev 1.11: ENVIDAS For Windows Environmental Data Aquisition System, gyártó: ENVITECH Ltd.) között többféle csatlakozás (analóg, digitális) lehetséges, ami meghatározza az adatgyűjtés sebességét. Pl. az O<sub>3</sub> elemző analóg műszer 0-200 ppb koncentráció között mér, amelynek 0-10 V közötti feszültség felel meg. A műszer az aktuális feszültségeket digitális jelekké alakítja, amelyeket számoknak feleltet meg, s azokat menti el. Ma már olyan légszennyezettséget mérő műszerek vannak forgalomban, amelyek RS 232 szabványos csatlakozóval vannak ellátva, s ez már közvetlenül digitálisan veszi át az adatokat. Az adatgyűjtő elektronikus paneljében található egy „Sample Cycle” funkció, amelynek a beállítása 1, 2, 5 és 10 másodperc közül választható (lásd: az ENVIDASFW Rev 1.11 adatgyűjtő gépkönyve, 43. oldal, 6. pont: „Select the desired sample scan rate (1, 2, 5 or 10 sec)”. Az adatgyűjtő a 10 másodpercenkénti átlagokból számol 1 perces átlagokat, majd azokból 30 perces és 60 perces átlagokat (lásd: az ENVIDASFW Rev 1.11 adatgyűjtő gépkönyve, 45. oldal, 9. pont: „Type the base averaging period (in minutes) inside the top Avg. Cycle [min] text box. Select any desired extra averaging periods. Enter the period in minutes for a second Avg. Cycle and/or select hourly averages”).

Az MSZ 21854-1990 Magyar Szabvány (már nem hatályos) és annak kiegészítése alapján az ország EU csatlakozásáig (2004) a légszennyező anyagok éves, 24 órás és 30 perces átlagait kellett kiszámítani. Emiatt a mért meteorológiai elemekre is a fönti periódusok szerint történt az átlagolás.

Megjegyzendő, hogy a méréstechnika optimalizálása végett az AF22M monitor fel van szerelve egy „automatic response time” („automatikus válaszadási idő”) elnevezésű szoftver funkcióval, amely lehetővé teszi a mérési adatok szűrését. Tehát a bemenő jeleket a műszer már elsődlegesen automatikusan optimalizálja.

Az ország EU csatlakozását követően bevezetett új szabványok alapján a legrövidebb periódus, amely alapján az átlagolást el kell végezni: 60 perc. Az 1996-2004 közötti időszakban a 30 perces átlagokat mentette el az adatgyűjtő, míg 2005-től a 60 perces átlagokat mentik el. A gond itt az, hogy ha megváltoztatom az átlagolási időszakot, akkor az adatbázis-kezelő az új átlagolási időszak szerinti átlagokat hívná le az adatbázisból visszamenőleg is, azonban a régi átlagolási időszak átlagai a számára már nem láthatók.

### Hivatkozás

ENVIDAS For Windows Environmental Data Aquisition System, Fifth Edition, Rev 1.11, November 2006, ENVITECH

## 2. A POLLENCsapda MŰKÖDÉSÉVEL/MŰKÖDTETÉSÉVEL KAPCSOLATOS KÉRDÉSEK.

Másodikként Szerző a pollen-adatok gyűjtését végző szegedi aerobiológiai állomás mérési körülményeit mutatja be. A mérés egy ún. pollencsapda segítségével történik ahol egy óramű által folyamatosan továbbított adhezív (ragasztóanyaggal bekent) szalagra történik a mintavétel egy olyan kürtön keresztül, amely folyamatosan a szélirányba fordul, valószínűleg passzív vezérléssel (szélkakas). *Számomra nem világos, hogy mi történik akkor, ha szélcsend van, és miért nem segíti egy kisteljesítményű mikroszivattyú a levegő átszívását a kürtön, (legalább alternatívan, egy második nyíláson), a mintaszám növelése érdekében. A szélcsendes helyzet nem megfelelő kezelése az adatok reprezentativitását veszélyeztetheti. A szivattyúzás a mintaszám növelésével az adatok pontosságát növelhetné.*

A pollenszámlálás Hirst (1952) típusú pollencsapdával történik, amit a gyártójáról Burkard csapdának is szoktak nevezni. A pollencsapda tartalmaz szivattyút. A légátszívás folyamatos, állandó, 10 liter/perc az átszívott levegőmennyiség (14,4 m<sup>3</sup>/nap), amely megfelel egy felnőtt ember napi légcseréjének. A csapda légátszívásának kalibrációja hetente történik.

### Hivatkozás

Hirst, J.M., 1952: An automatic volumetric spore trap. *Annals of Applied Biology*, 39, 257-265.

## 3. A KÉMIAI ÉS BIOLÓGIAI LÉGSZENNYEZETTSÉGI MÉRÉSI ADATOK TÉRBELI REPREZENTATIVITÁSÁRÓL MONDOTTAK ÖSSZEFÜGGŐBB, KONKRÉTABB KIFEJTÉSE, VAGY UTALÁS SAJÁT TUDOMÁNYOS MŰRE, AHOL EZ MEGTÖRTÉNIK. A PÁRHUZAM FELOLDÁSA A KÉSŐBBI SZÁRMAZÁSI HELY IDENTIFIKÁCIÓKKAL. MIÉRT NEM VONATKOZIK EZ AZ ELEMZÉS A METEOROLÓGIAI ADATOKRA IS? MIÉRT NEM HAGYHATÓ EL ITT EZ A FEJTEGETÉS?

Végül a pollen-allergia okozta légúti megbetegedések megfigyelőhelye a szegedi Mellkasi Betegségek Szakkórháza volt. Ez a kórház ideális hely volt a pollenallergia okozta megbetegedések megfigyelése szempontjából, mivel lényegében az egész Dél-Alföld ilyen betegségekben szenvedő népessége itt regisztrálásra került az elmúlt években.

A légszennyezettség, beleértve ebbe a pollenszennyezettség mérések térbeli reprezentativitásáról írottak – melyekkel ez a pont zárul – igazak, de meglehetősen felületesek és nem sok újat mondanak. *A célkitűzések olvasásakor azt hittem, hogy a dolgozat egyik célja éppen e kérdéskör körüljárása. Minek akkor ezzel itt foglalkozni?*

### A meteorológiai elemek térbeli reprezentativitása

Egy adott állomásnak a többi állomással való páronkénti meteorológiai változó értékeinek a két állomás távolságával súlyozott átlagos négyzetes eltérését szemivariancia elnevezéssel szokták alkalmazni meteorológiai elemek térbeli reprezentativitásának a vizsgálatára (pl. Janis és Robeson, 2004). Ha a kapott statisztikákat a távolság függvényében ábrázoljuk, az ún. „variogramot” kapjuk, ami az állomások ugyanezen meteorológiai elem adataiból előállított távolság-kovariancia függvényének a tükörképe, ugyanis míg előbbinek az értéke a távolsággal nő, az utóbbié azzal csökken.

Bungert (2008) azt találta, hogy állomáspárok hőmérsékleti adatainak a távolság-korreláció ponthalmazára (ahol az egyik állomás mindig ugyanaz) az exponenciális illesztés adja a legjobb eredményt. Szerinte a hőmérsékletmérés térbeli reprezentativitásának a hatósugara a felszínen csak kb. 50 km a felszín eltérő

homogenitása miatt, ugyanakkor nagy kiterjedésű homogén felszínnek fölött elérheti a 300 km-t. A magassággal fölfelé haladva a hatósugár szintén növekszik.

A hőmérséklet és a csapadék térbeli reprezentativitásának a kérdésével foglalkozott Czelnai Rudolf több publikációjában (Poliscsuk és Czelnai, 1976; Czelnai et al., 1963; 1964a; 1964b), továbbá megemlítendő még Gandin (1970), Rákóczi et al. (1976) és Jacobs (1989) munkái.

Czelnai et al. (1963a) a hőmérsékletmérő hálózat optimális sűrűségének a meghatározására az állomáspárok középpontjára vonatkozó interpolációs hibát használta alkalmas kritériumként. Egy másik tanulmányban Czelnai et al. (1964b) a statisztikai entrópia alapján határozza meg az optimális állomássűrűséget. Eszerint a hőmérsékletmérő hálózat kb. 20 km-es állomástávolsága szükséges ahhoz, hogy az entrópia értéke 50%-ot érjen el, míg 70% 50 km-nél, 90% pedig kb. 220 km esetén érhető el. A csapadékmérő hálózatok optimális állomássűrűségének a meghatározásához nem az interpoláció hibáját (mint az a hőmérsékletmérő hálózat optimális sűrűségének a meghatározásakor történt), hanem a területi átlagértékek valószínű hibáját számította ki (Czelnai et al., 1963b). Megállapította, hogy a csapadékmérő állomások optimális távolsága 10-20 km, ami összhangban van a magyarországi csapadékmérő hálózat 11-12 km-es átlagos állomások közötti távolságával (Czelnai et al., 1964a).

Megjegyzendő, hogy a meteorológiai elemek térbeli reprezentativitásának a dolgot esetében nincs jelentősége, hiszen ugyanabban a városban történtek a meteorológiai, aerobiológiai és a levegőkémiai mérések. De ha pl. a meteorológiai mérések eredményei egy másik településről állnának csak rendelkezésre, akkor a meteorológiai adatokat kellene extrapolálni a légszennyezettség mérések helyszínére, s nem fordítva.

#### Hivatkozás

- Bungert, U.M., 2008: Einfluss der Nestung auf die Ergebnisse meteorologischer Modelle. (Influence of nesting on the results of meteorological models.) Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Naturwissenschaften im Department Geowissenschaften der Universität Hamburg, Trier Hamburg, 134 p.
- Czelnai, R., Dési, F., Rákóczi, F., 1963a: On the Determination of the Rational Station Density of the Temperature-measuring Network. *Időjárás*, 67(3), Budapest.
- Czelnai, R., Dési, F., Rákóczi, F., 1963b: Determination of the rational station density of precipitation measuring networks. *Időjárás*, 67(5), 257-267.
- Czelnai, R., Dési, F., Rákóczi, F., 1964a: Determination of the rational station density of precipitation measuring networks. II. *Időjárás*, 68(1), 1-9.
- Czelnai, R., Dési, F., Rákóczi, F., 1964b: Determination of the rational station density in a temperature observing network. *Időjárás*, 68(2), 65-71.
- Gandin, L.S., 1970: The planning of meteorological station networks. Geneva: World Meteorological Organization. Technical Note, No. 111. 35 p.
- Jacobs, J.D., 1989: Spatial Representativeness of Climatic Data from Baffin Island, N.W.T., with Implications for Muskoxen and Caribou Distribution. *Arctic*, 42, 50-56.
- Janis, M.J., Robeson, S.M., 2004: Determining the spatial representativeness of air-temperature records using variogram-nugget time series. *Physical Geography*, 25, 515-530.
- Poliscsuk, A.I., Czelnai, R., 1976: Osadki. In: (Red: Czelnai, R., Gandin, R.S., Zahariev, V.I.) *Sztatiszticeszkaja sztruktura meteorologiceszkih polej. Az Országos Meteorológiai Szolgálat Hivatalos Kiadványai*, 41, pp. 309-346.
- Rákóczi, F., Szakácsné, A., Orendi, K., Lugina, K.M., 1976: Temperatura. In: (Red: Czelnai, R., Gandin, R.S., Zahariev, V.I.) *Sztatiszticeszkaja sztruktura meteorologiceszkih polej. Az Országos Meteorológiai Szolgálat Hivatalos Kiadványai*, 41, pp. 201-234.

#### A kémiai légszennyezettségi mérési adatok térbeli reprezentativitása

Minden légszennyező anyagra a reprezentativitás legnagyobb területét az évi átlag jelzi. Ugyanakkor az ipari és a közlekedési jellegű állomásokra a reprezentativitási terület kevésbé függ az átlagolási időszaktól. Általános megállapítás: minél rövidebb az átlagolási időszak, annál kisebb a reprezentativitási terület. Az ózonnak a legnagyobb a

representativitási területe az átlagolási időszaktól függetlenül. Öt követi a PM10 és a PM2.5. Ugyanakkor az NO2 reprezentativitási területe a legkisebb. Közlekedési monitoring állomás esetén a PM10 mérési adatok reprezentativitási területe 1 óra időtartamra: 26 m, 1 nap időtartamra: 91 m, s 1 év időtartamra: 492 m; az NO2 mérési adatok reprezentativitási területe 1 óra időtartamra: 18 m, 1 nap időtartamra: 68 m, s 1 év időtartamra: 144 m, míg az ózonra ugyanezen értékek rendre 183 m, 350 m (8 órás mozgó átlag) és 771 m (Balaguer és Denby, [monitoring-representativeness-survey-results-v1.pdf](#)).

Nem egyszerű reprezentativitási területet megállapítani egy adott állomás esetében az óránkénti, vagy a napi átlagokra. (Pl. egy közlekedési monitoring állomás éjszaka a minimális forgalom miatt egy városi háttér állomást reprezentál. Ugyanakkor egy városi háttér állomásnak egy családi házas terület közelében télen – az ottani egyedi fűtés miatt – korlátozott lesz a reprezentativitása a nyári időszakkal szemben.)

A mérőhelyek reprezentativitásával kapcsolatos éghajlati-topográfiai kritériumokat tartalmaz az alábbi EU útmutató: “Commission staff working paper establishing guidelines for the agreements on setting up common measuring stations for PM2.5 under Directive 2008/50/EC on ambient air quality and cleaner air for Europe” ([http://ec.europa.eu/environment/air/quality/legislation/pdf/sec\\_2011\\_77.pdf](http://ec.europa.eu/environment/air/quality/legislation/pdf/sec_2011_77.pdf)). Egy levegőminőségi monitoring állomás reprezentativitási területének térbeli kiterjedése és annak alakja függ (a) az emissziós források eloszlásától, (b) a mérőhely környékének topográfiai és éghajlati feltételeitől, valamint (c) a környező épületektől (közlekedési és városi állomások esetén). Egy állomás reprezentativitása idővel változik az emissziók, a városszerkezet, stb. változásai miatt. Következésképp szükség van a reprezentativitás időszakonkénti revíziójára.

Nyilvánvaló, hogy a reprezentativitási terület célváltozónként (pl. PM10, PM2.5, SO2, NO2, O3) különböző magyarázó változók (földhasználat, topográfiai adatok, népesség, a beépített területek eloszlása, a pontforrások és az úthálózat pozíciója, járműegyenérték, évszak, napszak, stb.) függvénye. Ha veszünk a hasonló méretű, területű, szerkezetű magyarországi városainkból rendre legfeljebb egy-egy monitoring állomást, akkor elegendő számú adat esetén egy statisztikai eljárással meghatározhatjuk azt, hogy az egyes itt felsorolt, illetve a tényleges vizsgálat során figyelembe vett magyarázó változók milyen súllyal vesznek részt a fenti célváltozók meghatározásában. Ezáltal lehetőség nyílik arra, hogy adott várostípus esetén meghatározzuk az egyes magyarázó változók fontossági sorrendjét az adott légszennyező anyag reprezentativitásában. Tudomásom szerint ilyen vizsgálat a nemzetközi szakirodalomban ez idáig még nem történt. Ezt az elemzést egy későbbi publikációmban fogom részletesen bemutatni.

Összességében, a reprezentativitás a kíváncsú pontosság függvénye, s általánosságban az nem létezik. Csupán akkor dönthetünk valamely állomás reprezentativitásáról, miután leszögeztük, hogy annak mekkora eltérését tekintjük elfogadhatónak. Fontos továbbá az átlagolási időszak, amiről már szó volt. Következésképp, arról dönteni, hogy vajon az X-edik állomás reprezentatív-e az Y-adik pontra, ahhoz meg kell, hogy állapítsuk a megfigyelés átlagolási időszakát és a megengedett szórásküszöböt. Csak ezután vizsgálhatjuk az idősort és hozhatunk döntést.

A levegőminőségi monitoring állomások elhelyezésének a követelményeit és a reprezentativitással kapcsolatos szempontokat Magyarországon több rendelet szabályozza. Közülük kettőt mutatok be, amelyek mindegyikében a legfontosabb kritériumokat vastagítottam és aláhúztam:

(1) a 3. számú melléklet a 17/2001. (VIII. 3.) KöM rendelethez  
([http://www.kvvm.hu/cimg/documents/17\\_2001\\_K\\_M\\_rendelet\\_a\\_l\\_gszennyezets\\_g\\_s\\_a\\_helyhez\\_k\\_t\\_t\\_l\\_gszennyez\\_forr\\_sok\\_kibocs\\_t\\_s\\_nak\\_vizsg\\_lat\\_val\\_ellen\\_rz\\_s\\_v\\_el\\_rt\\_kel\\_s\\_vel\\_kapcsolatos\\_szab\\_lyokr\\_l\\_2.doc](http://www.kvvm.hu/cimg/documents/17_2001_K_M_rendelet_a_l_gszennyezets_g_s_a_helyhez_k_t_t_l_gszennyez_forr_sok_kibocs_t_s_nak_vizsg_lat_val_ellen_rz_s_v_el_rt_kel_s_vel_kapcsolatos_szab_lyokr_l_2.doc));

(2) a 2. melléklet a 6/2011. (I. 14.) VM rendelethez  
([http://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy\\_doc.cgi?docid=A1100006.VM](http://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=A1100006.VM));

### **3. számú melléklet a 17/2001. (VIII. 3.) KöM rendelethez**

## ***A légszennyezettséget vizsgáló mérőpontok elhelyezésének követelményei***

### **I. Szempontok a mérőpont helyének kiválasztásához**

1. Az emberi egészség védelme érdekében a mérőpontot úgy kell elhelyezni, hogy:

a) a zónákon és agglomerációkon belül olyan területekről szolgáltatassanak adatokat, ahol a lakosság közvetlenül vagy közvetve a várhatóan legnagyobb légszennyezettségnek lehet kitéve és a nagy légszennyezettség tartóssága jelentős a határérték(ek) vonatkozó időtartamához képest;

b) a zónákon és agglomerációkon belüli olyan egyéb területek légszennyezettségéről szolgáltatassanak adatokat, amelyek jellemzőek az átlagos népesség expozíciója szempontjából.

A mérőpont telepítésekor ki kell küszöbölni a mérőpont mikrokörnyezetének a mérést közvetlenül befolyásoló hatásait. A telepítésnél általános szempont, hogy a mérőpont jellemző adatot szolgáltatson a közlekedés hatásával terhelt legalább 200 m<sup>2</sup>-es környezet, a városi háttérszennyezettség esetén több négyzetkilométernyi terület légszennyezettségére.

A mérőpontnak - ahol lehetséges - jellemzőnek kell lenni a nem közvetlen környezetben lévő hasonló helyekre nézve is.

### **II. A mérőpont kialakításának szempontjai**

2. A mintavételi pont bemenő nyílásának a talaj felett általában 1,5 méter (a légzési zóna) és 4 méter közötti magasságban kell lenni (talajközeli mintavétel). Bizonyos körülmények között magasabb elhelyezésre (8 méterig) is szükség lehet. A magasabb elhelyezés akkor indokolt, ha az állomás nagy területre reprezentatív.

### **2. melléklet a 6/2011. (I. 14.) VM rendelethez**

## ***A levegőterheltségi szintet vizsgáló mérőpontok elhelyezésének követelményei***

2. A mintavételi pontok nagyléptékű elhelyezése

2.1.1.1. a zónákon és agglomerációkon belüli azon területek, ahol a lakosság közvetlenül vagy közvetve valószínűleg a legnagyobb koncentrációnak van kitéve azon időtartam alatt, amely a határérték(ek) átlagszámítási időszakához viszonyítva jelentős;

2.1.2. A mintavételi pontokat általában úgy kell elhelyezni, hogy ne mérjék a közvetlen közelükben lévő igen kicsiny mikrokörnyezetet, ami azt jelenti, hogy egy mintavételi pontot úgy kell elhelyezni, hogy a vizsgált levegő lehetőleg a közlekedési helyszíneken elhelyezkedő, legalább 100 m hosszúságú utcaszakasz levegőjének, az ipari helyszíneknél pedig legalább egy 250 m x 250 m-es terület levegőjének minőségére vonatkozóan reprezentatív legyen.

2.1.3. A városi háttérú helyszíneket úgy kell meghatározni, hogy szennyezési szintjüket a mérőállomástól az uralkodó széljárás irányával ellentétes irányban elhelyezkedő valamennyi forrás integrált hozzájárulása befolyásolja. A szennyezési szintet tekintve egyetlen forrás sem lehet uralkodó, kivéve ha az ilyen helyzet egy adott nagyobb városi térségre jellemző. A



**mintavételi pontoknak általános szabályként több négyzetkilométer vonatkozásában kell reprezentatívnak lenniük.**

**2.1.6. A mintavételi pontoknak, amennyiben lehetséges, a nem közvetlen közelükben lévő hasonló helyek tekintetében is reprezentatívnak kell lenniük.**

**3.1.2. a mintavételi pontok bemeneti nyílását általában a földfelszíntől számított 1,5 m-es (légzési magasság) és 4 m-es magasság között kell elhelyezni. Egyes esetekben magasabb (legfeljebb 8 méterig terjedő) elhelyezésre is szükség lehet. A magasabb ponton való elhelyezés akkor is helyénvaló lehet, ha a mérőállomás nagyobb területre vonatkozóan reprezentatív;**

#### **Hivatkozások**

A survey to elicit expert opinion on the spatial representativeness of ground based monitoring data. FAIRMODE Forum for air quality modelling in Europe. A FAIRMODE activity for WG2-SG1: Combining models and monitoring. (Eds: Balaguer, N.C., Denby, B.R.) 20 p. [monitoring-representativeness-survey-results-v1.pdf](#)

[http://ec.europa.eu/environment/air/quality/legislation/pdf/sec\\_2011\\_77.pdf](http://ec.europa.eu/environment/air/quality/legislation/pdf/sec_2011_77.pdf)

[http://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy\\_doc.cgi?docid=A1100006.VM](http://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=A1100006.VM)

[http://www.kvvm.hu/cimg/documents/17\\_2001\\_K\\_M\\_rendelet\\_a\\_l\\_gszennyezets\\_g\\_s\\_a\\_helyhez\\_k\\_t\\_t\\_l\\_gszennyez\\_forr\\_sok\\_kibocs\\_t\\_s\\_nak\\_vizsg\\_lat\\_val\\_ellen\\_rz\\_s\\_vel\\_rt\\_kel\\_s\\_vel\\_kapcsolatos\\_szab\\_lyokr\\_l\\_2.doc](http://www.kvvm.hu/cimg/documents/17_2001_K_M_rendelet_a_l_gszennyezets_g_s_a_helyhez_k_t_t_l_gszennyez_forr_sok_kibocs_t_s_nak_vizsg_lat_val_ellen_rz_s_vel_rt_kel_s_vel_kapcsolatos_szab_lyokr_l_2.doc)

### **A biológiai légszennyezettségi mérési adatok térbeli reprezentativitása**

#### **(1) A pollencsapdák telepítésének nemzetközi irányelvei**

A pollencsapdák telepítési helyét az European Aeroallergen Network (EAN) nemzetközi irányelvei (<http://www.polleninfo.org/upload/images/original/1995.pdf>) határozzák meg. Ezek megadják a csapda elhelyezésének a kritériumait, melyek a következők.

- (a) a földfelszíntől 15-20 m magasságban;
- (b) a szabad légáramlást akadályozó, vagy azt módosító tetőtéri építményektől távol, (lehetőleg a tetőtér közepén). A csapda a környező fák lombja és a tetőtér párkánya felett legyen;
- (c) nagyobb parkoktól távol;
- (d) nagyobb ipari emissziós forrásoktól távol.

A fenti botanikai és topográfiai szempontok figyelembe vételével telepített pollencsapda reprezentatív mintát gyűjt (Lacey és Venette, 1995).

#### **(2) A pollencsapda elhelyezési magasságának és a pollenmérés reprezentativitásának a kapcsolata**

Az aeroallergének iránti humán kitettség kb. 1,5 m magasságban jellemző. Ugyanakkor a mért pollenkoncentráció akkor reprezentatív egy nagyobb régióra, ha a mintavevőt a helyi forrásoknak, valamint a légszennyezés egyéb forrásainak a hatásaitól távolabb, a felszíntől nagyobb magasságban helyezik el. Emiatt a pollencsapdát épületek tetején, leggyakrabban 10-30 m magasságban, de esetenként ennél is magasabban rögzítik (Rantio-Lehtimäki et al., 1991; Bergamini et al., 2004; Khattab és Levetin, E., 2008). Standard mintavételi magasságot sehol sem dokumentáltak (Rantio-Lehtimäki et al., 1991; Lacey és Venette, 1995). Leggyakrabban a 1,5 m magasságban, illetve a 10-30 m magasságban egyidejűleg mért pollenkoncentrációkat hasonlították össze. A mért pollenkoncentráció a magasság függvényében változhat. Azt tapasztalták, hogy az eltérés a mérési magasság, a forráshely és a pollenfajta függvénye (Rantio-Lehtimäki et al., 1991; Feliziani és Marfisi, 1992; Hart et al., 1994).

A rövidtávú (lokális) pollentranszportot csupán a helyi meteorológiai elemek értékei befolyásolják. A pollenmérő hálózatok a felszín fölött 10-30 m magasságban történő standard mintavétellel minimalizálják a helyi hatásokat. (Ha a pollencsapda a felszínen lenne, akkor az elsősorban a mintavevő közvetlen szomszédságából gyűjtené a pollent, s emiatt az egyes mérőhelyek pollenszámai nem lennének összehasonlíthatóak.)

Általános feltételezésként elmondható, hogy a volumetrikus pollencsapdák a mérőhely 30 km-es sugarú környezetén belüli aerobiológiai állapotot tükrözik vissza. Ez megegyezik a Skjøth et al. (2010) által megállapított érvényességi tartománnyal, amely részben a pollen által egy nap alatt megtett átlagos távolságon alapszik (Faegri és Iversen, 1992; Guérin, 1993; Laaidi et al., 2003; Katelaris et al., 2004; Avolio et al., 2008). Ugyanakkor vannak olyan kutatások, melyek a pollenmérés reprezentativitási tartományát a pollencsapdától számított 50 km sugarú területre állapítják meg (Strak et al., 2012). Az Országos Környezetegészségügyi Intézet (OKI) munkatársai a mintavevő körüli 70 km sugarú területet vesznek alapul a pollenmérés reprezentativitási területének a meghatározásakor. Azt feltételezik, hogy a mintavevőtől való távolság csökkenésével a mért adatok megbízhatósága arányosan növekszik. Megállapították, hogy a geomorfológiai homogenitás, illetve a populáció-eloszlás miatt az eredmények a kiindulási terület sugarának a negyedelésével kapott 17,5 km sugarú körön belül értelmezhetők a legjobban, illetve szolgálnak megfelelő megbízhatósággal relatív mutatóként (Mányoki Gergely, Országos Környezetegészségügyi Intézet, szóbeli közlés, 2013).

Alacsony szélsébség (24 órás mintavétel esetén állandó szélirány mellett kb.  $1,2 \text{ m s}^{-1}$  szélsébség, ami a 12-fokú Beaufort-szélskálán az 1. fokozatnak felel meg: „alig érezhető szellő”; <http://ballon.hu/dokument/beaufort-skala.pdf>) (Rantio-Lehtimäki, 1994; Makra et al., 2010) mellett a fenti magasságba telepített pollencsapda által történő 24 órás pollen mintavétel egy kb. 100 km sugarú területről gyűjti be a pollent (ez a lokális pollenszórás is magába foglaló közepes távolságú pollentranszport hatósugara). Ily módon a pollen mintavétel egy 100 km sugarú területre tekinthető reprezentatívnak (Makra et al., 2010). Ugyanakkor erős szelek sokkal nagyobb távolságból is szállíthatnak pollent a mintavevőbe. Következésképp, a mért pollenkoncentrációk a közepes távolságú, illetve a nagytávolságú pollen transzportot is tartalmazzák (Rantio-Lehtimäki, 1994; Makra et al., 2010). A mérőállomás körüli fent említett 100 km sugarú reprezentativitási terület összhangban van az NO<sub>2</sub> és az ózon kémiai átalakulási folyamataival kapcsolatos 12 órás időskálával, aminek Közép-Európában átlagosan 100 km távolságra történő légtömeg transzport felel meg ([http://ec.europa.eu/environment/air/quality/legislation/pdf/sec\\_2011\\_77.pdf](http://ec.europa.eu/environment/air/quality/legislation/pdf/sec_2011_77.pdf)). A klímaelemek mezoskálájának a felső határát szintén 100 km-ben definiálják (WMO, 2008).

### **(3) Saját számítások a szegedi parlagfű pollenszámok térbeli reprezentativitásának a vizsgálatára**

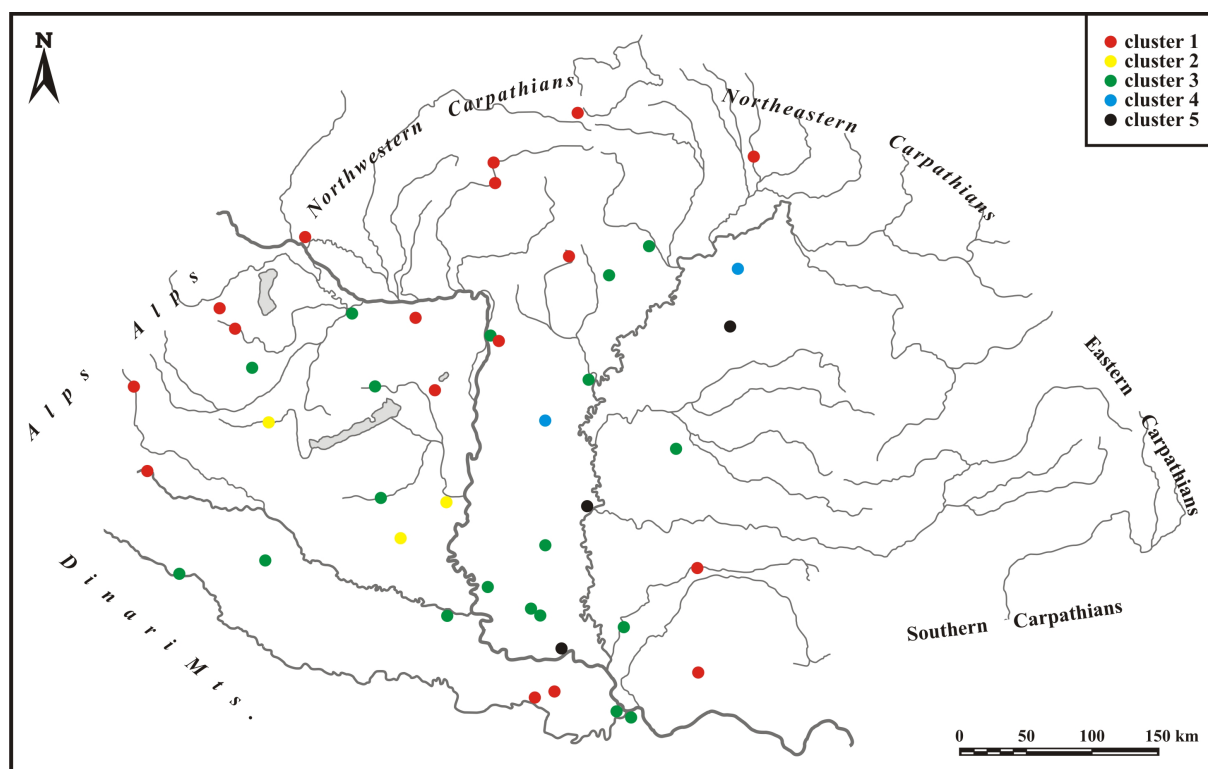
Annak eldöntéséhez, hogy vajon a Szegeden mért parlagfűpollen koncentráció mekkora régióra tekinthető reprezentatívnak, saját számításokat is végeztem. Ehhez vettem a Kárpát-medencében található összesen 44 db parlagfűpollen mérő állomást, melyek adatbázisából kiválasztottam a legnagyobb közös mérési időszakot, azaz az 1995-2010 közötti 16 évet. Majd tekintetem a szegedi adatsorban a 16 éves napi átlagos parlagfűpollen koncentráció értékek alapján a csúcserőket tartalmazó nappal (augusztus 27.) együtt az azt megelőző, illetve követő 7-7 nap összesen 15 napból álló periódusát (augusztus 20. – szeptember 3.). Ezután minden egyes vizsgált évre kiválasztottam ugyanezt a periódust (16 év x 15 nap = 240 nap) Szegedre, valamint az összes többi állomásra.



A fenti adatbázis alapján a kérdés eldöntésére három megoldást adok. Ezek a következők.

#### (a) clusteranalízis

Szeged, valamint az összes többi kárpát-medencei állomás adatsoraira egy clusteranalízist hajtottam végre. Majd ezt követően a leginkább hasonló elem együtteseket tartalmazó állomások földrajzi koordinátáit a tömött kör eltérő színeivel jelöltem, s azokat térképeztem (1. ábra). A 44 db kárpát-medencei állomást összesen 5 különböző clusterbe soroltam. Megállapíthatjuk, hogy az 1. cluster egy külső ívet alkot, míg a 3. cluster egy kevésbé jellegzetesen kimutatható belső ívet képez. Kisebb hatásterülettel a Dunántúl déli részére jellemző a 2. cluster. Ugyanakkor a 2., illetve 3 állomást tartalmazó 4., illetve 5. cluster egy-egy karakterisztikus délnyugat-északkeleti, illetve dél-délnyugat – északkeleti sávot reprezentál a Kárpát-medence belsejében (1. ábra). E két utóbbi cluster jól követi a Kárpát-medence belsejében a legnagyobb parlagfűpollen sűrűséget mutató sávot (1. és 8. ábra). Az 5 cluster átlagos napi pollenkoncentrációinak ismeretében megállapíthatjuk, hogy az egyes clusterek összhangban vannak a hasonló napi átlagos pollenkoncentrációt mutató régiókkal (1. és 8. ábra).



1. ábra

Szeged és a többi 43 állomás parlagfűpollen koncentráció adatainak clusteranalízise révén kapott clusterek a szimbólumaikkal, Kárpát-medence

#### (b) A Kolmogorov-Szmirnov féle kétmintás próba

A próba szerint meghatároztam két empirikus eloszlásfüggvényt (Szeged, valamint egy másik kárpát-medencei állomás – összesen 43 állomáspár – adatainak páronkénti eloszlásfüggvényeinek a legnagyobb eltérését, majd megnéztem, hogy azok nagyobbak-e, mint egy adott valószínűségi szinthez tartozó küszöbérték. Ha nagyobbak voltak, akkor a  $H_0$ -hipotézist elvettem, s azt mondtam, hogy a páronkénti eloszlásfüggvények eloszlása különbözik.

A számítás a következő módon történt. Van két valószínűségi változónk. Az egyikre  $n$ , a másikra  $m$  számú megfigyeléssel:  $x_1, \dots, x_n$ , és  $y_1, \dots, y_m$ .

A próbatasztika, amit ki kell számolni, a következő:

$$D = \sqrt{\frac{n \cdot m}{n + m}} \max\{|F(u) - G(u)|\}. \quad (1)$$

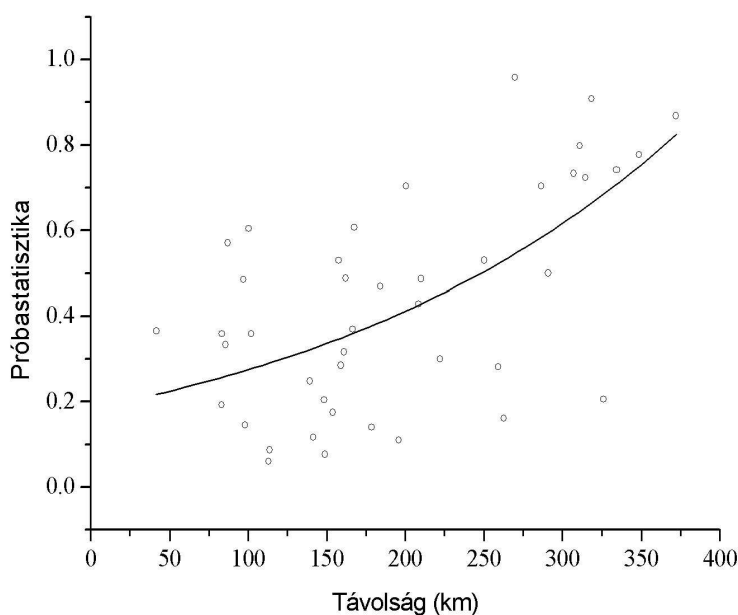
Itt

$$F(u) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n K(u - x_i), G(u) = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m K(u - y_i), \quad (2)$$

ahol  $K(v) = 0$  ha  $v$  kisebb-egyenlő, mint nulla, és  $K(v) = 1$  ha  $v$  nagyobb, mint nulla. A (2) egyenletben a két becsült eloszlásfüggvény ( $F(u)$  és  $G(u)$ ) értékeit (mivel a parlagfűről van szó) kiszámítjuk, mondjuk  $u=1,2,\dots,1000$  értékekre (ők a napi koncentrációk), és ezen  $u$  értékek mellett nézzük a két eloszlásfüggvény abszolút eltérésének a maximumát.

$D$  kritikus értéke a 0.1, 0.05, 0.01 valószínűségi szinten azon  $0$ -hipotézis mellett, hogy a két valószínűségi változó azonos eloszlású, rendre 1.23, 1.36, 1.63.

A próba végrehajtásakor a Szeged, valamint egy másik kárpát-medencei állomás adatsorai páronkénti eloszlásfüggvényeire kapott  $D$ -értékeket az adott állomás Szegedtől vett távolságának a függvényében ábrázoltam. Ezután a kapott pontthalmazra exponenciális, szigmoid, gaussi és lorentzi görbéket illesztettem („Origin” grafikus program). A négyféle görbe közül az exponenciális illesztés adódott a legjobbnak (2. ábra). Megállapítható, hogy minden egyes  $D$ -próbatasztika értéke kisebb a küszöbértéknél mindegyik valószínűségi szinten. Ez azt jelenti, hogy **a szegedi parlagfűpollen koncentráció mérések az egész Kárpát-medence területére reprezentatívnak tekinthetők**. Ugyanakkor Szegedtől távolodva a próbatasztika értéke enyhe növekvő tendenciát mutat (2. ábra).



2. ábra

Szeged és a többi 43 állomás páronkénti parlagfűpollen koncentráció adatsorai eloszlásfüggvényeinek a próbatasztikái a Szegedtől való távolság függvényében, exponenciális illesztés, Kolmogorov-Szmirnov féle kétmintás próba, Kárpát-medence

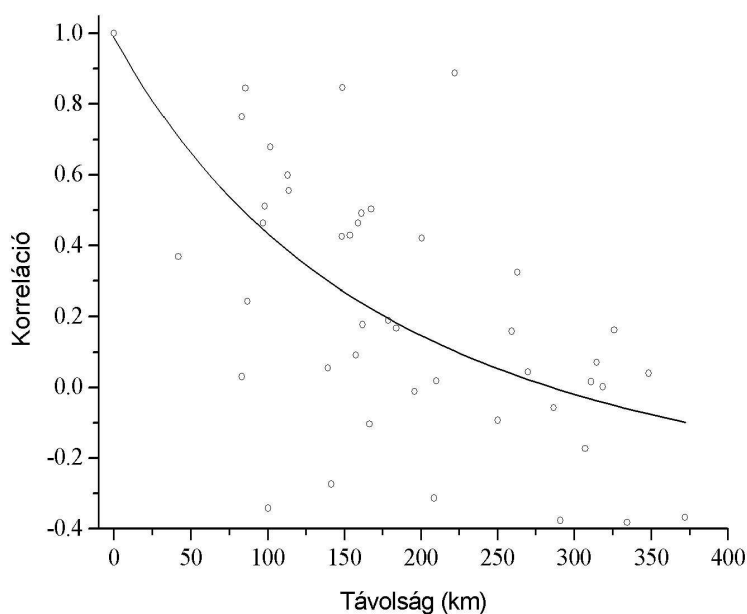
### (c) A kapcsolat erősségének lecsengése a távolság függvényében

Meghatároztam Szeged napi parlagfűpollen koncentráció adatsorának rendre az összes többi (összesen 43 db) kárpát-medencei állomás parlagfűpollen koncentráció adatsorával való korrelációit, majd azokat, mint távolság-korreláció ponthalmazt koordináta rendszerben ábrázoltam (3. ábra). Két adott pont (A és B) közötti görbült felszíni távolságot a következő módon határozhatjuk meg. Az A pont helyét megadó gömbi koordináták:  $\varphi_A$  (földrajzi szélesség) és  $\lambda_A$  (földrajzi hosszúság); a B pont helyét megadó gömbi koordináták:  $\varphi_B$  (földrajzi szélesség) és  $\lambda_B$  (földrajzi hosszúság). Ebben az esetben az A és a B pont közti görbült felszíni távolság (km) az alábbi képlettel számolható (Sümeghy et al., 2009):

$$111,1 \cdot \arccos [ \sin \varphi_A \cdot \sin \varphi_B + \cos \varphi_A \cdot \cos \varphi_B \cdot \cos (\lambda_{\text{nagyobb}} - \lambda_{\text{kisebb}}) ] \quad (3)$$

Ezután a kapott távolság-korreláció ponthalmazra exponenciális, szigmoid, gaussi és lorentzi görbéket illesztettem („Origin” grafikus program). A négyféle görbe gyakorlatilag ugyanazt adta, semmi különbség nincs köztük. Ezek közül az exponenciális illesztést mutatom be (3. ábra). [Bungert (2008) azt találta, hogy állomáspárok hőmérsékleti adatainak a távolság-korreláció ponthalmazára (ahol az egyik állomás mindig ugyanaz) utóbbi adja a legjobb eredményt.]

Megállapíthatjuk, hogy az azonos időpontban fellépő koncentrációk között a Szegedtől való távolsággal csökkenő szorosságú exponenciális kapcsolat mutatható ki. A 100 km távolság az a határ, amelyen belül a helyi pollenszórást is magába foglaló közepes távolságú pollentranszport érkezik a célállomásra, míg ezen túlról a nagytávolságú pollentranszport származik (Makra et al., 2010). Megjegyzendő, hogy Szegedtől 100 km-nél kisebb távolságra mindössze 5 állomás található a Szeged mellett vizsgált összes többi 43 állomás közül, továbbá a jó illeszkedés a Szegedtől 100 km-nél nagyobb távolságra lévő állomások esetében jellemző. Ebből joggal feltételezhető, hogy jelen számítás, és a 3. ábra egy alsó becslést ad a korrelációkra nézve a Szegedtől 100 km-nél kisebb távolságra lévő állomások esetére.



3. ábra

Szeged és a többi 43 állomás páronkénti parlagfűpollen koncentráció adatsorai közötti korrelációk lecsengése a Szegedtől való távolság függvényében, exponenciális illesztés, Kárpát-medence

Összegezve a három módszer révén kapott eredményeket, a clusterezés a területi különbségeket érzékelteti, s a kapott clusterek összhangban vannak a hasonló napi átlagos pollenkoncentrációt mutató régiókkal. **A Kolmogorov-Szmirnov próba alapján megállapíthatjuk, hogy a szegedi parlagfűpollen koncentráció mérések az egész Kárpát-medence területére reprezentatívnak tekinthetők.** Tehát e próba szerint a clusterezés révén jelzett különbségek nem is szignifikánsak, ami azt jelenti, hogy a clusterezés túlzottan precíz a területi különbségtétel tekintetében. Végül az azonos időpontokban fellépő koncentrációk között a Szegedtől való távolsággal csökkenő szorosságú exponenciális kapcsolat mutatható ki, ami még a Szegedtől számított 100 km távolságra is 0,4 fölötti korrelációt mutat. Az, hogy ezt ki mennyire nagynak, vagy mennyire kicsinek tekinti, jelentős szubjektivitással terhelt.

A (3) pontban kapott eredményeket a közeljövőben fogom publikálni.

#### **(4) Egy további adalék a szegedi pollen mintavevő reprezentativitására**

Egy friss kutatás eredménye alapján Békéscsabán a legsúlyosabb pollenterhelés időszaka az augusztus 18. – szeptember 13. közötti periódus, mely (ugyanazon időtartamra vonatkozó adatbázist tekintve) napra pontosan egyezik a Szegedre kapott hasonló periódussal (Szűcs, 2013) (Szeged és Békéscsaba távolsága 86 km). Ez az eredmény megerősíti a szegedi pollenmérések reprezentativitásával kapcsolatosan a (3b) pontban mondottakat (további információ: **A MINTAVÉTELI HELY REPREZENTATIVITÁSÁNAK A KÉRDÉSE**).

#### **Hivatkozás**

- Avolio, E., Pasqualoni, L., Federico, S., Fornaciari, M., Bonofiglio, T., Orlandi, F., Bellecci, C., Romano, B., 2008. Correlation between large-scale atmospheric fields and the olive pollen season in Central Italy. *International Journal of Biometeorology*, 52, 787-796.
- Bergamini, B.M., Grillenzoni, S., Andreoni, A.D., Natali, P., Ranzi, A., Bertolani, M.F., 2004: *Alternaria* spores at different heights from the ground. *Allergy*, 59, 746-752.
- Bungert, U.M., 2008: Einfluss der Nestung auf die Ergebnisse meteorologischer Modelle. (Influence of nesting on the results of meteorological models.) Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Naturwissenschaften im Department Geowissenschaften der Universität Hamburg, Trier Hamburg, 134 p.
- Faegri, K. Iversen, J., 1992: *Textbook of Pollen Analysis*, Alden Press, London, 370 p.
- Feliziani, V., Marfisi, R.M., 1992: Pollen aerobiological monitoring with the personal volumetric air sampler (PVAS): correlation with a fixed Hirst type sampling station. *Aerobiologia*, 8, 471-477.
- Guérin, B., 1993: *Pollen et Allergies*. Varennes-en-Argonne, France, Allerbio, p. 9.
- Hart, M.I., Wentworth, J.E., Bailey, J.P., 1994: The effects of trap height and weather variables on recorded pollen concentration at Leicester. *Grana*, 33, 100-103.
- Katellaris, C.H., Burke, T.V., Byth, K., 2004: Spatial variability in the pollen count in Sydney, Australia: can one sampling site accurately reflect the pollen count for a region? *Annals of Allergy Asthma & Immunology*, 93, 131-136.
- Khattab, A., Levetin, E., 2008: Effect of sampling height on the concentration of airborne fungal spores. *Annals of Allergy, Asthma & Immunology*, 101, 529-534.
- Krige, D.G., 1951: A statistical approach to some basic mine valuation problems on the Witwatersrand. *Journal of Chemical, Metallurgical and Mining Society of South Africa*, 52(6), 119-139.
- Laaidi, M., Laaidi, K., Besancenot, J.P., Thibaudon, M., 2003: Ragweed in France: an invasive plant and its allergenic pollen. *Annals of Allergy Asthma & Immunology*, 91, 195-201.
- Lacey, J., Venette, J., 1995: Outdoor air sampling techniques. In: (Cox, C.S., Wathes, C.M., eds.) *Bioaerosols Handbook*. Boca Raton, FL: Lewis Publishers/CRC Press, pp. 402-469.
- Makra, L., Santa, T., Matyasovszky, I., Damialis, A., Karatzas, K., Bergmann, K.C., Vokou, D., 2010: Airborne pollen in three European cities: Detection of atmospheric circulation pathways by applying three-dimensional clustering of backward trajectories. *Journal of Geophysical Research-Atmospheres*, 115, D24220, doi:10.1029/2010JD014743
- Rantio-Lehtimäki, A., 1994: Short, medium and long range transported airborne particles in viability and antigenicity analyses, *Aerobiologia*, 10, 175-181.
- Rantio-Lehtimäki, A., Koivikko, A., Kupias, R., Makinen, Y., Pohjola, A., 1991: Significance of sampling height of airborne particles for aerobiological information. *Allergy*, 46, 68-76.

- Skjøth, C.A., Smith, M., Šikoparija, B., Stach, A., Myszkowska, D., Kasprzyk, I., Radišić, P., Stjepanovic, B., Hrga, I., Apatini, D., Magyar, D., Páldy, A., Ianovici, N., 2010: A method for producing airborne pollen source inventories: An example of Ambrosia (ragweed) on the Pannonian Plain. *Agricultural and Forest Meteorology*, 150, 1203-1210.
- Strak, M., Janssen, N.A.H., Godri, K.J., Gosens, I., Mudway, I.S., Cassee, F.R., Lebre, E., Kelly, F.J., Harrison, R.M., Brunekreef, B., Steenhof, M., Hoek, G., 2012: Respiratory Health Effects of Airborne Particulate Matter: The Role of Particle Size, Composition, and Oxidative Potential – The RAPTES Project. *Environmental Health Perspectives*, 120, 1183-1189.
- Sümegehy, Z., Unger, J., Gál, T., 2009: Térképészet. JATEPress, Szeged. pp. 44-45.
- Szűcs, P., 2013: A parlagfű pollenkoncentráció és a meteorológiai elemek kapcsolata Békéscsabán. MSC Diplomamunka, SZTE, TTIK, Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszék, Szeged, 57 p.
- WMO (World Meteorological Organization), 2008: Guide to Meteorological Instruments and Methods of Measurement. Seventh edition (WMO-No. 8), Geneva

(<http://www.polleninfo.org/upload/images/original/1995.pdf>)

([http://ec.europa.eu/environment/air/quality/legislation/pdf/sec\\_2011\\_77.pdf](http://ec.europa.eu/environment/air/quality/legislation/pdf/sec_2011_77.pdf)).

#### 4. A NAPI METEOROLÓGIAI ADATOK ELŐÁLLÍTÁSÁNAK PROBLÉMÁJA AZ ÓRÁS ADATOKBÓL, PL. A GLOBÁLSUGÁRZÁS, VAGY A SZÉLSEBESSÉG-VEKTOR ESETÉBEN.

A következő alpont (3.2.) – nem túl találékonnyan – az Adatok címet viseli. Itt Szerző elsősorban rendelkezésre álló adatsorainak időbeli szerkezetével foglalkozik. A feldolgozott szegedi meteorológiai és kémiai légszennyező adatok 10, ill. 9 éves folyamatos adatsort alkotnak. A figyelembe vett meteorológiai adatok 10 éves időszakát, amely 1997. jan.1. – 2006. dec. 31. közé esik, tekintette Szerző a statisztikai elemzések bázis-időszakának. Azt írja, hogy 12 meteorológiai állapothatározó napi adatsorával foglalkozott, melyeket itt nem sorolok fel. *Több esetben nem világos, hogy ezek a napi adatok a jóval sűrűbb, 30 perces átlagokból hogyan kerültek kiszámításra. Ilyenek elsősorban a szélesebesség, a globálsugárzás, a relatív nedvesség, stb. Napi átlag-adatokról van szó? Hogyan történt az átlagolás?*

Nem minden meteorológiai elem esetében van szó napi átlagról. A hőmérséklet, a légnedvesség, a légnyomás és a szélesebesség napi adatai egyenként 48 db 30 perces érték átlagként lettek kiszámítva. Tehát ezek napi átlagok.

Ugyanakkor a globálsugárzás és a csapadék napi adatai a mérési periódusban folyamatosan mért, tehát kumulált értékek összege.

A szélesebességgel súlyozott szélirány napi átlagának a meghatározása a következő módon történik:

Legyen  $y_i$  és  $a_i$ ,  $i=1, \dots, n$  a szélesebességek és szélirányok (radiánban). Legyen

$$C = \sum_i y_i \cos(a_i), \quad S = \sum_i y_i \sin(a_i).$$

Ekkor a szélvektorok eredő iránya:

$\text{tg}^{-1}(S/C)$ , ha  $S$  és  $C$  pozitív

$\text{tg}^{-1}(S/C) + \pi$ , ha  $C$  negatív

$\text{tg}^{-1}(S/C) + 2\pi$ , ha  $S$  negatív és  $C$  pozitív

## 5. A POLLENSZEZON MEGHATÁROZÁSÁNAK PROBLÉMÁJA (MÁSODVIRÁGZÁSOK, AMBROSIA POLLENSZEZONJÁVAL VALÓ AZONOSÍTÁS).

A pollen adatsorok 22 éves időszakot ölelnek fel (1989-2010) és 24 különböző növényfaj pollenjére terjednek ki. Az éves átlagok és egyéb statisztikai jellemzők számítása minden esetben a növény-specifikus pollinációs időszakra terjedt ki, amely az adott év azon időszakát jelenti, amelyet az adott pollen csapdában való első és utolsó regisztrálásának a napja határoz meg.

Minden egyes taxonra a vizsgált évek pollinációs időszakának a napjait vettem figyelembe. A pollinációs időszakot az annak első és utolsó napjával határolt periódussal definiáltam. A pollenszezon első (utolsó) napja az az időpont, amikor legalább 1 pollenszem / m<sup>3</sup> pollenkoncentrációt mérnek, és legalább öt utána következő (megelőző) napon szintén 1 vagy több pollenszem / m<sup>3</sup> pollenkoncentrációt mutatnak ki (Galán et al., 2001).

*Itt az lehet a probléma, hogy – elméletileg – lehetnek nem folytonos pollinációs időszakok (többszöri virágzás, vagy egyszerűen csak az időszak elején és végén tapasztalható igen kis pollenszámok miatt). Voltak ilyen nem folytonos esetek?*

Igen, előfordulhatnak nem folytonos pollinációs időszakok, és ennek több oka lehet.

- (1) Egyes pollentípusok, főként család szintjén monitorozott, vagy összevont pollentípusok fajainak virágzása között kisebb-nagyobb szünetek jelentkezhettek, pl. a fűfélék (Poaceae) esetében. Más példák erre: Cupressaceae/Taxaceae, Chenopodiaceae/Amaranthaceae, Cannabaceae, Urticaceae. Ez előfordul még nemzetségen belül is (pl. *Fraxinus*) ahol a *F. ornus* és *F. excelsior* virágzása között nincs átfedés. Az összevont kategóriák használatát az indokolja, hogy nem lehet fajszinten határozni az adott pollentípust.
- (2) A pollenszezon kezdetének meghatározását nehezíti a nagy távolságú pollentranszport. A pollenszemek jóval a helyi szezonkezdet előtt felbukkannak a csapdában. Ezeket nagyobb távolságban lévő, már virágzó növények bocsátották ki.
- (3) A pollenszezon végének meghatározását nehezíti a visszaszóródás is. Bár a növények már elvirágoztak, illetve nem bocsátanak ki több pollent, a korábban kiszóródott és leülepedett pollent felkavarja a szél, és ismét megjelenik a pollencsapdákban.

A pollenszezon Galán-féle meghatározása azonban nagymértékben kiküszöböli a (2) és (3) pont problémáját, különösen a leginkább vizsgált parlagfű esetében, ráadásul ott az (1) pont problémája sem vetődik fel.

### Hivatkozás

Galán, C., Cariñanos, P., García-Mozo, H., Alcázar, P., Domínguez-Vilches E., 2001: Model for forecasting *Olea europaea* L. airborne pollen in south-west Andalusia, Spain. *International Journal of Biometeorology*, 45(2), 59-63.

## A VIZSGÁLATOK ADATABÁZISA

Az európai makroszinoptikus helyzet elemzéséhez az ECMWF reanalíziséből (ERA-40) adatsor lett felhasználva, melynek felbontása elég durva: 1,5°×1,5° a szférikus rácshálózaton. Összesen több mint 130 000 személyből állt a megbetegedett egyének adatbázisa. *Itt Szerző az 1996-2007 időszakról szólva 9 éves periódusról beszél, ellentétben a korábban említett 10 évvel. Szerintem az utóbbi a helyes adat.*



Az egyes fejezetekben végrehajtott számításokban eltérő hosszúságú adatkészleteket vettem alapul Szegedről. Ezek a következők.

6. fejezet:

- (a) 24 taxon napi átlagos pollenkoncentrációi;
  - az 1997-2001 közötti öt éves időszakra (február 1 – október 31);
- (b) az *Ambrosia* napi átlagos pollenkoncentrációi;
  - az 1989-2010 közötti 22 éves időszakra (július 15. – október 15.);

7. fejezet:

- (a) az *Ambrosia* napi átlagos pollenkoncentrációi;
  - az 1998-2002 közötti öt éves időszakra (július 15. – október 15.);

8. fejezet:

- (a) 12 meteorológiai elem napi értékei;
- (b) 24 taxon napi átlagos pollenkoncentrációi;
  - mindkét esetben az 1997-2001 közötti öt éves időszakra (február 1 – október 31);

9. fejezet:

- (a) 5 meteorológiai változó (hőmérséklet, globálsugárzás, relatív nedvesség, tengerszinti légnyomás és a szélsébség) napi értékei (április 4. – október 16.);
- (b) a Poaceae napi átlagos pollenkoncentrációi;
  - mindkét esetben az 1997-2007 közötti 11 éves időszakra (április 4. – október 16.);

10. fejezet:

- (a) 8 meteorológiai változó (középhőmérséklet, szélsébség, relatív nedvesség, globálsugárzás, tengerszinti légnyomás, minimum hőmérséklet, maximum hőmérséklet és a csapadékösszeg) napi értékei;
- (b) az *Ambrosia* napi átlagos pollenkoncentrációi;
  - mindkét esetben az 1997-2006 közötti 10 éves időszakra (július 15. – október 15.);

11. fejezet:

- (a) a meteorológiai változók (hőmérséklet, globálsugárzás, relatív nedvesség, tengerszinti légnyomás és a szélsébség) napi értékei;
- (b) a kémiai változók (CO, NO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> és PM<sub>10</sub>) napi átlagos tömegkoncentrációi,
- (c) a pollenváltozók (*Ambrosia* pollen, valamint az összes pollen mínusz *Ambrosia* pollen), napi átlagos koncentrációi;
- (d) az (a) és (b) pontokban említett változók napi értékei a pollenmentes időszakban;
  - mind a négy esetben az 1999-2007 közötti 9 éves időszakra (július 15. – október 15; október 17. – január 13.);

12. fejezet:

- (a) a meteorológiai változók (minimum hőmérséklet, maximum hőmérséklet, középhőmérséklet, globálsugárzás, relatív nedvesség, szélsébség és csapadék) napi értékei;
- (b) 19 taxon napi átlagos pollenkoncentrációi
  - mindkét esetben az 1997-2007 közötti 11 éves adatsorokra

A pollennel kapcsolatos publikációimban mindig a lehető legteljesebb pollen adatbázis felhasználására törekedtem. A korábban megjelent cikkeimhez rövidebb pollen adatsorok álltak rendelkezésre.

## **NEM ÉRTEM, HOGY AZ ITT (14. OLD.) EMLÍTETTEK SZERINT E VIZSGÁLATOKNÁL A POLLENSZEZONT EGYEDÜL AZ AMBROSIA (PARLAGFŰ) POLLENSZEZONJA HATÁROZNÁ MEG?**

A fenti fejezetszámok alapján a legtöbb esetben a parlagfű pollenszezonja volt a vizsgált időszak, mivel a parlagfűnek van a leginkább agresszív pollenje, amelynek a légúti megbetegedésekre gyakorolt hatása jóval jelentősebb, mint bármely más pollené, ráadásul rendkívül nagy mennyiségben fordul elő.

Emellett más taxonokat is vizsgáltam (azok pollenszezonjaival). Ezek a következők: Poaceae (április 4. – október 16.) és a 24 taxon együttesen (február 1 – október 31).

## **A MAKRA-PRÓBA MATEMATIKAI ÚJSZERŰSÉGE**

A következő, **Módszerek (4)** címet viselő fejezetben Szerző a statisztikai elemzéshez használt matematikai módszereket ismerteti, ezek közül is elsőként a saját új matematikai tudományos eredményeként aposztrofált ún. **Makra-próbát**. A Makra-próba dolgozatban közölt matematikai leírása korrekt. A módszer matematikai lényege az, hogy egy minta és annak részmintája átlagát úgy hasonlítjuk össze, hogy az átlagok különbségét (valószínűségi változóként kezelve a mintaelemeket), először két – a részminta, ill. annak a teljes mintára vonatkozó komplementere mintaelemeinek lineáris kombinációjaként előálló – valószínűségi változó összegeként fejezzük ki, majd ezt az összeget normálva alkalmazzuk a kétmintás t-próba módszerét. Nem lévén kifejezett szakértője a matematikai statisztika próbaelméleteinek, pontosabban ezek szakirodalmának, nem tudnám pontosan meghatározni a „Makra-próba” matematikai újszerűségét. Véleményem szerint itt az lenne a döntő bizonyíték a módszer matematikai novum voltára, ha Szerző egy elismert nemzetközi matematikai szakfolyóiratban megjelent publikációjával igazolná ezt. Enélkül csak feltételezés az, hogy a módszer új a matematikai statisztikában, vagy akár csak a statisztikai módszerek eddigi alkalmazásai között. Frappáns és érdekes matematikai eszközként elismerem, ami a mat. stat. meteorológiai alkalmazásai között még újszerű is lehet. A szerző csak három önhivatkozással támasztja alá módszerének eredetiségét. A vonatkozó 4.1.1. alpont utolsó mondatában el is ismeri, hogy a „Makra-próba” a kétmintás t-próbának csak egy új interpretációjaként említhető.

A Makra-próba matematikai értelemben valóban nem alapvető újítás, és magam sem kívántam az értekezés legjelentősebb eredményei közé sorolni. A próba újszerűsége abban a koncepcióban van, hogy a teljes minta átlagát egy részmintájának átlagával hasonlítjuk össze, két egymást nem átfedő részminta átlagai helyett.

A Makra-próbával kapcsolatosan eddig valóban nem publikáltam nemzetközi matematikai szakfolyóiratban, és eddig nem történt rá hivatkozás nemzetközi folyóiratban sem. Tudomásom szerint mindeztidáig a próbának egyetlen tölem független háromdimenziós alkalmazása történt, mely Mika János nevéhez fűződik (egy homogenizált PDSI adatsor szignifikáns próbastatisztika értékeit ábrázolta az év és a részperiódusok elemszámának a függvényében (Makra et al., 2005)).

### **Hivatkozás**

Makra, L., Mika, J., Horváth, Sz., 2005: 20th century variations of the soil moisture content in East-Hungary in connection with global warming. *Physics and Chemistry of the Earth*, 30(1-3), 181-186.

**ITT MEGJEGYZEM, HOGY – SZERZŐ ITT HASZNÁLT MEGFOGALMAZÁSÁVAL SZEMBEN – MINDEN VAL. VÁLTOZÓNAK VAN SZÓRÁSA, LEGFELJEBB EZ 0 (16. OLD.).**

Vannak olyan valószínűségi eloszlások, amelyekhez végtelen szórás társul. Tehát az a kitétel, hogy legyen szórásuk, azt jelenti, hogy véges szórásuk legyen.

## **6. A POLLENSZÁMOK LOGNORMÁLIS ELOSZLÁSÁNAK BIZONYÍTÁSA**

A továbbiakban Szerző az értekezésben felhasznált további statisztikai és nem statisztikai matematikai módszerekkel foglalkozik. Először az adatsor *az éves és féléves periódusú szekuláris menettől való megtisztítását* írja le. A periodikus változások eltávolítását a nagy változékonyság miatt a pollen-adatok logaritmusan végzi el. Ez azt jelenti, hogy továbbiakban a logaritmált adatsorral dolgozik majd, amit azzal indokol, hogy az eredeti adatok eloszlása jól közelíthető a lognormális eloszlással. *Ez logikailag korrekt, de erősebb bizonyítékokkal kellett volna alátámasztani, mint az egyetlen említett hivatkozás.*

Az eloszlás illeszkedésének ellenőrzése egy cikkünk alapján (Matyasovszky és Makra, 2011) a következő módon történt.

Nem könnyű elemezni, hogy egy eloszlástípus mennyire jól illeszkedik a parlagfűpollen koncentráció adatokhoz, ugyanis utóbbiak eloszlása időfüggő azok erős évi ciklusa miatt. Emiatt a pollenszezon egy tetszőleges napja körül egy ablakot definiálunk, s ezen ablak szélességnyi intervallumba eső minden pollenkoncentráció adatot figyelembe veszünk. Ezután a  $\chi^2$ -próbát, vagy a Kolmogorov-Szmirnov tesztet alkalmazzuk. Az ablak elég széles kell legyen ahhoz, hogy megfelelő számú pollenkoncentráció adatot tartalmazzon, ugyanakkor elég keskeny kell legyen ahhoz, hogy elhanyagolható legyen az éves trend az ablakszélességen belül. Olyan ablakot választottunk, hogy a 10 éves adatsor (1997-2006, július 15. – október 15.) minden egyes vizsgált napjára 90 db pollenkoncentráció adat álljon rendelkezésre. A fent említett mindkét teszt azt mutatja, hogy a lognormális eloszlás a 80-95%-os szignifikancia szinten illeszkedik az adatokhoz, kivéve a pollenszezon kezdetét, illetve végét. E két utóbbi periódusra a szignifikancia szint csak kb. 99-99,9%. Ez utóbbi, nem meggyőző szintek valószínűleg a nem megfelelő ablakszélesség választásnak tulajdoníthatók. Nevezetesen, a fent említett 90 db adatot tartalmazó ablakok mindössze 4-napos intervallumokat fednek le az adott napok körül a pollenszezon belsejében. Azonban ugyanezen adatmennyiség a pollenszezon első, vagy utolsó napján már 9-napos ablakszélességekkel állítható elő, amely már túl széles ahhoz, hogy figyelmen kívül hagyjuk az ezen szélességeken belüli éves trendet. Következésképp, úgy döntöttünk, hogy a lognormális eloszlást alkalmazzuk a teljes pollenszezonra (Matyasovszky és Makra, 2011).

### **Hivatkozás**

Matyasovszky, I., Makra, L., 2011: Autoregressive modelling of daily ragweed pollen concentrations for Szeged in Hungary. Theoretical and Applied Climatology, 104, 277-283.

## 7. A HASZNÁLT TÉRKÉPVETÜLET (VALÓSZÍNŰLEG POLÁRSZTEREOGRAFIKUS PROJEKCIÓ) KÉRDÉSE

Ezek után röviden említi a légnyomási mező előállítására használt *kriging módszert*, miközben foglalkozik a mezők előállítása során használt térképvetülettel. *A térképvetület előállításának leírása sajnos nem teljesen világos, a használt szakkifejezések nem mindenütt egyeznek meg a térképészet standard frazeológiájával. Igen hasznos lett volna itt egy ábra a dolgok tisztázására. Ennek bemutatását még a védésen is elfogadom.*

Az alkalmazott leképezés: négyzetes hengervetület, melynek idegen nyelven több elnevezése ismert („equiarectangular projection”, vagy „equidistant cylindrical projection” vagy „geographic projection” vagy „parallélogrammatique projection” vagy „plate carrée projection”) (4. ábra).

Tetszőleges pont esetén a képfelületi  $x$  és  $y$  derékszögű koordináták kiszámítása az eredeti, alapelületi  $\varphi$  és  $\lambda$  koordinátákból a következőképpen történik.

Az  $x$  tengely az Egyenlítő (E) képe, az  $y$  tengely pedig a kezdőmeridián képe.  $A'$  az  $A$  pont képe a képfelületen.

Egyenlítői érintés esetén az Egyenlítő képe önmaga, ezért e mentén hossztartó a vetítés.

Kiterítve a hengerpalástot azt kapjuk, hogy:

$$x = i_E = (R/m) \cdot \lambda \quad (\lambda \text{ szög radiánban értendő})$$

( $R$  = a Föld sugara,  $m$  = méretarány szám)

Az  $y$  értéke csak  $\varphi$ -től függ, s ez a vetület úgy van kialakítva, hogy a meridiánok is hossztartóak legyenek, azaz az alapelületi  $A$  pont  $A'$  képe úgy adódik, hogy az  $EA$  – az  $A$  ponton átmenő meridián menti – ívdarabot felmérjük az Egyenlítőből:

$EA$  ívhossz ( $i_{EA}$ ) =  $EA'$  ívhossz ( $i_{EA'}$ ), azaz

$$i_{EA'} = y = \frac{R}{m} \cdot \varphi \quad (1)$$

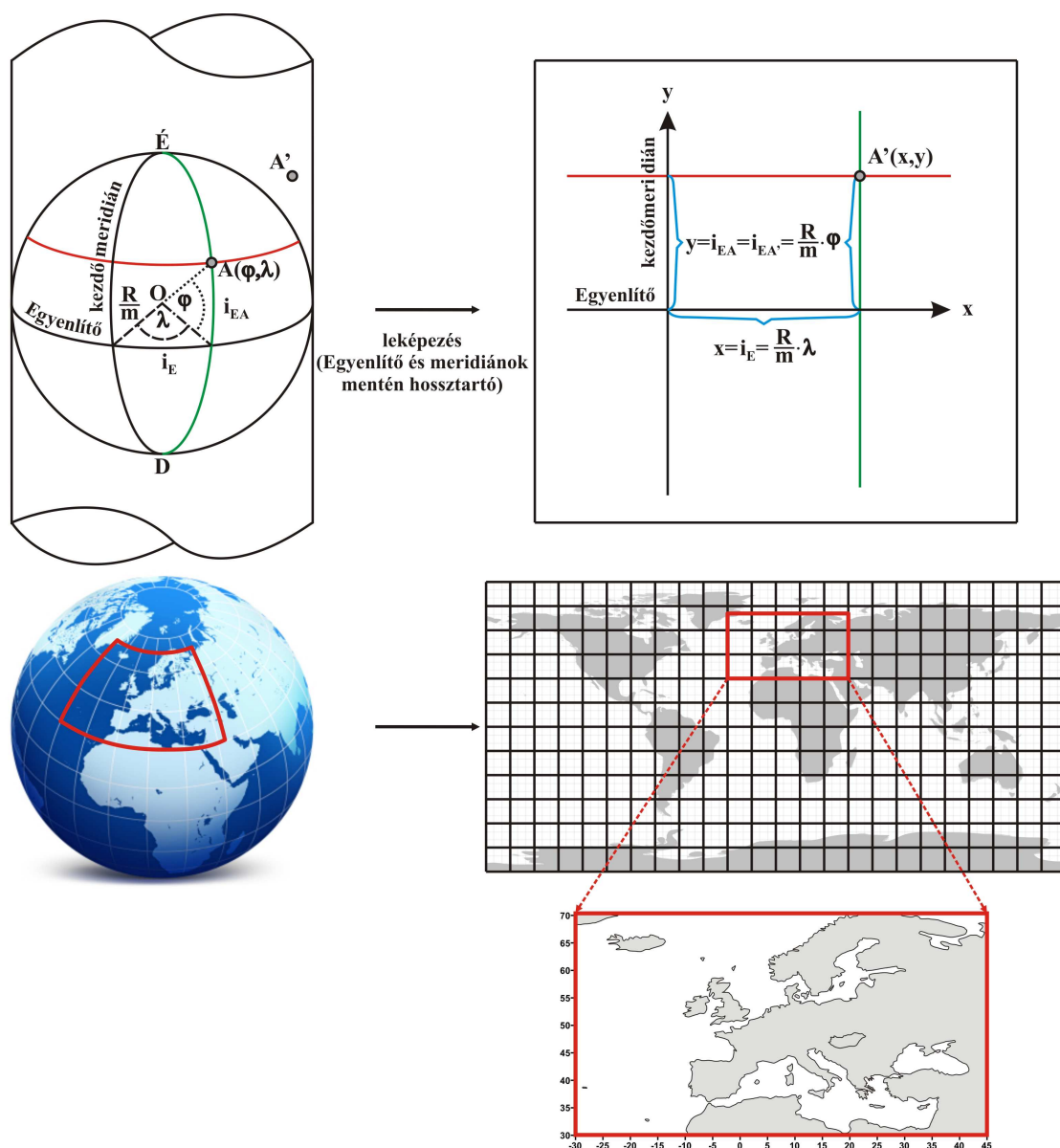
(a  $\varphi$  szög radiánban értendő)

Vetületi egyenletei tehát:

$$x = \frac{R}{m} \cdot \lambda \quad (2)$$

$$y = \frac{R}{m} \cdot \varphi \quad (3)$$

Jellegzetessége, hogy fókálózata négyzetrács alakú. Gyakran használt vetület (Sümeghy et al., 2009).



4. ábra  
A négyzetes hengervetület

#### Hivatkozás

Sümegehy, Z., Unger, J., Gál, T., 2009: Térképészet. JATEPress, Szeged. pp. 44-45.

### 9. A FAKTORANALÍZIS BEFEJEZŐ LÉPÉSEKÉNT HASZNÁLT ÚN. SPECIÁLIS TRANSZFORMÁCIÓ ELTERJEDTSÉGE A MAT. STAT.-BAN, HASZNOSSÁGÁNAK ÁLTALÁNOS ÉRTÉKELÉSE (ÉRTHETŐBB MAGYARÁZAT KELLENE)

Folytatva a Módszerek rész elemzését, a Szerző által érintett (alkalmazott) következő módszer a **rotált faktoranalízis**. A közismert módszer lényegét itt jól fogja meg a szerző, amennyire ez képletek alkalmazása nélkül lehetséges. Ezután egy másodlagos rotáció alkalmazását írja le, vagy másképpen extrémális irányba forgatás, mint speciális transzformáció alkalmazásával foglalkozik, amely – ha jól értem – egyetlen domináns magyarázó faktor kiválasztását jelentené. *Ez a rész is nehezen követhető képletek kiírása nélkül, ami itt azért (ill. akkor) nagyobb baj, ha a (speciálisnak nevezett) transzformációs módszer tényleg nem olyan*

*közismert, mint az előzőleg leírtak. Ez utóbbit viszont (mármint a közismertséget) én nem tudom megítélni.*

**A faktoranalízis és speciális transzformáció meteorológiai alkalmazásával korábban nem találkoztam.** Továbbá a Web of Science által a „factor analysis special transformation” kereső kifejezéssel felkínált 178 cikk egyike sem használja a módszert, csak a kifejezés szótöredékeit tartalmazza. Tehát **sem a meteorológiában, sem más tudományterületen ezt a módszert nem alkalmazzák.**

Faktoranalízis speciális transzformációval (az eljárás leírása)

A faktoranalízis alkalmazásakor gyakran szükséges tudnunk a célmennyiségre ható változók fontossági sorrendjét.

A transzformáció levezetésekor abból indulunk ki, hogy a faktorsúlyok a korrelációs együtthatók.

Ha az  $X_j$  valószínűségi változókat standardizáljuk, akkor a  $Z_j$  valószínűségi változókat kapjuk, ahol  $j = 1, 2, \dots, n$ . Minden egyes  $Z_j$  változó előállítható  $k$  db egymással korrelálatlan  $F_k$  faktor lineáris kombinációjaként, ahol  $k = 1, 2, \dots, m$ . Ekkor:

$$Z_j = \sum_{k=1}^m a_{jk} \cdot F_k + a_j \cdot U_j \quad (j=1,2,\dots,n). \quad (1)$$

Ha ezt a kifejezést skalárisan megszorozzuk az  $F_l$  faktorial, akkor a következőt kapjuk:

$$Z_j \cdot F_l = \sum_{k=1}^m a_{jk} \cdot F_k \cdot F_l + a_j \cdot U_j \cdot F_l \quad (2)$$

Melynek várható értéke:

$$E(Z_j \cdot F_l) = E\left(\sum_{k=1}^m a_{jk} \cdot F_k \cdot F_l\right) + E(a_j \cdot U_j \cdot F_l), \quad \text{ahol } (l=1,2,\dots,m) \text{ és } (j=1,2,\dots,n). \quad (3)$$

A modell linearitása mellett feltesszük továbbá, hogy: (a) a faktorok egymással korrelálatlanok, (b) az azonos faktorok szorzatának a várható értéke 1-gyel egyenlő és (c) az eltérő faktorok szorzatának a várható értékei nullák. Ebből következik, hogy

$$E(Z_j \cdot F_l) = a_{jl}. \quad (4)$$

Az  $a_{jl}$  faktorsúly tehát a  $Z_j$  változónak az  $F_l$  faktorial való korrelációját adja meg. Ebből az következik, hogy ha a célváltozó erősen korrelál egy faktorial (vagyis ha ennek a faktornak a célváltozó helyén nagy faktorsúlya van), továbbá ugyanezen faktoron belül egy magyarázó változó ezzel a faktorial erősen korrelál, akkor ez a magyarázó változó a célváltozóval is erősen korrelál. Ennek a gondolatmenetnek megfelelően tanácsos a faktorok összes súlyát a célmennyiséggel együtt egy faktorialban egyesíteni, vagyis úgy rotálni, hogy csak egy faktornak legyen a célmennyiséggel nagy súlya. Az összes többi faktor a célmennyiséggel korrelálatlan, vagyis nulla súlyú legyen (Jahn és Vahle, 1968).

Mivel a  $Z_j$  változó egymással korrelálatlan faktorok lineáris kombinációjaként áll elő, azaz

$$Z_j = a_{j1} \cdot F_1 + \dots + a_{jm} \cdot F_m \quad (5)$$

és egy bizonyos  $(k = 1,2,\dots,m)$ -re igaznak kell lennie, hogy

$$a_{k1} \neq 0; \text{ és } a_{k2} = \dots = a_{km} = 0. \quad (6)$$



Ha a célmennyiség az első helyen van a változók sorában, vagyis a faktorsúlyok táblázatában  $X_l$  értéke a célmennyiséggel azonos, akkor  $a_{1l} \neq 0$ . Fenn kell tehát állnia a következőnek:

$$E(Z_k \cdot F_l) = a_{kl}. \quad (7)$$

Ez alkalmas, fokozatos rotációval elérhető. A két tengely rotációs szöge

$$\operatorname{tg} \varphi_{1l}^{(k)} = \frac{a_{kl}}{a_{kl}^{(v)}} \quad (8)$$

ahol  $(l = 2, 3, \dots, m)$  és  $(v = 0, 1, \dots, m-1)$ .

Formálisan a módszer a következő.

Tegyük fel, hogy a faktorsúlyok mátrixa a rendelkezésünkre áll. Ha  $X_l$  a célmennyiség, képezzük az

$$\frac{a_{12}}{a_{11}^{(0)}} \quad (9)$$

hányadost. Ez a hányados a  $\operatorname{tg} \varphi_{12}^{(1)}$ . Ezzel a szöggel és elforgató mátrixszal kiszámítjuk az új faktorsúlyokat.

$$a'_{j1} = a_{j1} \cdot \cos \varphi_{12} + a_{j2} \cdot \sin \varphi_{12} \quad (10)$$

$$a'_{j2} = -a_{j1} \cdot \sin \varphi_{12} + a_{j2} \cdot \cos \varphi_{12}$$

Itt annak a követelménynek megfelelően, hogy minden célmennyiség egy faktorba transzformálандó, az  $a'_{12} = 0$ . A többi  $a'_{j2}$  érték nem egyenlő nullával, és a kommunalitások számítására csupán ellenőrzésül szolgálnak, amelyek a transzformációk során – mint a vektorok hosszai – nem változhatnak. A következő lépéssel kiszámítjuk az

$$\frac{a_{13}}{a_{11}^{(1)}} \quad (11)$$

hányadost, ahol  $a_{11}^{(1)}$  az a faktorsúly, amelyet az első rotáció során kaptunk, és az új  $\varphi_{13}$  forgásszöget behelyettesítjük az elforgatási mátrixba, és kiszámítjuk az új faktorsúlyokat.

Ily módon a kívánt eredményt  $m-1$  rotáció után kapjuk meg. Itt ismét figyelembe kell venni a számláló és a nevező előjelét, és aszerint kell a  $\varphi$  szöget meghatározni.

Az egyes lépések összefoglalva a következők:

1. lépés:

Legyen  $F_i = F_i^0$  és  $a_{ki} = a_{ki}^0$ , ahol  $(i = 1, 2, \dots, m)$  és  $(k = 1, 2, \dots, n)$ .

2. lépés:

$j = 1$ -el kezdjük, azaz  $j \equiv 1$ .

3. lépés:

A megadott egyenletek szerint az

$$a_{kl}^{(j-1)}, \quad a_{kj}^0$$

értékekből a  $\varphi_{1j}$  forgásszög segítségével kiszámítjuk az új faktorsúlyokat:  $a_{kl}^{(j)}$  és  $a_{kj}^1$ ,

ahol figyelembe vesszük, hogy  $a_{1j} = 0$ ,  $(j = 1, 2, \dots, m)$ .

4. lépés:

Ha  $j \neq m$ , akkor  $j$ -t megnöveljük 1-el, azaz  $j \equiv j + 1$  és újrakezdjük a 3. lépéstől.

Ha  $j = m$ , akkor az 5. lépés következik.

5. lépés:

Összeállítjuk az új faktorsúlyokat (Jahn és Vahle, 1968).

#### Hivatkozás

Jahn, W., Vahle, H., 1968: Die Faktoranalyse und ihre Anwendung. Verlag die Wirtschaft, Berlin, 231 p.

### A HYSPLIT 4.8 MODELL

Sorban következően szerző egy légkördinamikai, egészen pontosan *szennyezőanyag-terjedési modelltől* beszél röviden, melyet az inverz trajektóriák előállítására használt. Ez a HYSPLIT4 Model, amely egy lagrange-i módszer. Ha jól értelmezem e modellnek a trajektória-előállító blokkját használta. Háromdimenziós trajektóriáival a módszer korszerűnek számít.

Igen, e modellnek a trajektória-előállító blokkját használtam.

### AZ ANOVA MEGMAGYARÁZÁSA, A TUKEY-TESTT KÖZISMERTSÉGE

A következő „leltárba vett” módszer a *klaszter-analízis*, annak is a Mahalanobis-metrikát használó, nem hierarchikus változata. A módszer közismertsége miatt a dolgozatban adott vázlatos leírást elégségesnek lehet tartani. Az ezután vázolt *varianciaanalízis* számos, egyező szórású, normál eloszlású minta átlagának összevetésére alkalmas statisztikai módszer, melyet angol megnevezésének kezdőbetűiből generálva: ANalysis Of VAriance = ANOVA-ként is ismernek. (Ezt jó lett volna megmagyarázni.) Említésre kerül még ebben a részben az ún. Tukey-teszt, amely egyező varianciák esetében szolgál a döntés alapjául. Ezeket az eszközöket is úgy említi Szerző, mint közismerteket. Jól tudott, hogy e közismertség a föld- és környezettudományban nem tekinthető „automatikusnak”.

A Tukey-teszt végül is a jól ismert kétmintás  $t$ -próba, amely két várható érték azonosságára vonatkozó null-hipotézis tesztelésére irányul (miközben a közösnek tekintett szórás nem ismert, hanem becsüljük).

A Tukey-teszt egy post-hoc teszt, amelyet az ANOVA végrehajtása után szoktak alkalmazni abból a célból, hogy a vizsgálatba vont csoportok átlagai alapján meghatározzák, mely csoportok különböznek szignifikánsan egymástól. A Tukey-tesztet csak akkor kell elvégezni, ha az ANOVA végrehajtása után szignifikáns különbséget találtunk a csoportátlagok között. Ellenkező esetben nincs szignifikáns különbség, amelyet meg kell, találjunk.

Tukey (1985) klasszikus kéziratának a kiadásra került verzióján kívül a teszt megtalálható (bár nem a nevének nevezve) pl. az 1988-ban megjelent és a meteorológus hallgatók oktatásában felhasznált Dévényi-Gulyás: „Matematikai statisztikai módszerek a meteorológiában” című kötetben, a 227. oldalon (Dévényi és Gulyás, 1988). Az említett hivatkozások mellett érdemes még megemlíteni Abdi és Williams (2010) cikkét a Tukey teszt alkalmazására.

**A Tukey teszt a nemzetközi szakirodalomban jól ismert, de nem tudok hazai meteorológiai alkalmazásáról.**

#### Hivatkozás

- Abdi, H., Williams, L.J., 2010: Tukey's Honestly Significant Difference (HSD) Test. In: Salkind, N. (ed.), Encyclopedia of Research Design. Sage, Thousand Oaks, CA.
- Dévényi, D., Gulyás, O., 1988: Matematikai statisztikai módszerek a meteorológiában. Tankönyvkiadó, Budapest
- Tukey, J.W., 1985: The problem of multiple comparisons (1953) (unpublished manuscript). In: The Collected Works of John W. Tukey, Vol. II: Time Series, 1965-1984. Wadsworth Advanced Books & Software, Monterey, CA.

Folytatva a felhasznált matematikai eszközök impozáns felsorolását, a határérték túllépési epizódok statisztikai jellemzése következik, mely *túllépési indexekkel* történik.

### 8. A RELATÍV TOPOGRÁFIA (MILYEN?), MINT FRONTINDIKÁTOR FELHASZNÁLÁSÁNAK PROBLÉMÁJA

Ezek után ismét egy meteorológiai, pontosabban szinoptiko-dinamikai módszer kerül említésre felhasznált eszközként, nevezetesen a *front identifikáció*, ami az ún. hőmérsékleti front-paraméteren (Thermal Front Parameter, TFP) alapul. A dolgozatban adott leírásból fogalmat sem alkothatunk a módszer lényegéről. *Erősen kérdésesnek tartom Szerző azon kijelentését, hogy a potenciális hőmérséklet, mint front-indikátor, helyettesíthető a p-rendszerbeli relatív topográfiával (két adott izobár felület közötti távolsággal), hisz ez utóbbi – közismerten – a közönséges hőmérséklettel arányos a hidrosztatikai egyenlet értelmében. Ez utóbbi pedig nem megmaradó karakterisztika, amin a  $\Theta$ -analízis alapszik.*

A Tisztelt Bíráló által jelzett megfogalmazás valóban hibás a potenciális hőmérséklettel kapcsolatban. A napi szinoptikus gyakorlatnak megfelelően a hőmérsékletet szokás a relatív topográfiával közelíteni, és nem a potenciális hőmérsékletet. A TFP-nek megfelelő potenciális hőmérsékletet kellett volna alkalmazni, de az nem állt rendelkezésre, ezért az előrejelző szakember a gyakorlatuknak megfelelő egyszerűsítést javasolt.

A számításainkban az 500/850 hPa relatív topográfiát használtuk. A relatív topográfia választása alapvetően szinoptikus megközelítésből történt. Ezt alkalmazzák a Satrep Online térképeken (<http://www.eumetrain.org/>) is a frontazonosításhoz. Az e térképek által felhasznált dinamikai paraméterek (relatív topográfia, örvényesség, divergencia) segítségével egyértelműbbé válik időjárási objektumok (pl. frontok) azonosítása.

Relatív topográfiát használnak az Osztrák Meteorológiai Szolgálat (Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, ZAMG) továbbképzési moduljában is (<http://www.zamg.ac.at/docu/Manual/SatManu/main.htm>).

Az ECMWF a mai napig nem ad ki nyers adatként bármilyen potenciális hőmérsékletet. Egyes nemzeti szolgálatok azt kiszámítják, mások nem. A NOAA, Storm Prediction Centre ([www.spc.noaa.gov](http://www.spc.noaa.gov)) alkalmazza a potenciális hőmérsékletet. Az OMSZ megjelenítő rendszerébe (Hawk, Hungarian Advanced WorkStation) 2005-ben került bele a potenciális hőmérséklet és az ekvipotenciális hőmérséklet.

#### Hivatkozás

- EUMETRAIN: International training project sponsored by EUMETSAT to support and increase the use of meteorological satellite data. [www.eumetrain.org](http://www.eumetrain.org)
- SatManu: Manual of synoptic satellite meteorology, conceptual models and case studies. <http://www.zamg.ac.at/docu/Manual/SatManu/main.htm>
- [www.spc.noaa.gov](http://www.spc.noaa.gov)

Ezek után – az eddigiekhez képest – viszonylag részletesen foglalkozik a Szerző az elemzésekben használt időfüggő (stepwise) lineáris és nemlineáris (nemparaméteres) *regressziós módszerekkel*, mint az eredmények előállításának fő módszereivel, beleértve az

ún. kvantilis regressziós módszereket is. Ez a leírás a szakember számára viszonylag jól követhető, látszik, hogy Szerző otthonosan mozog ezen a területen.

## 10. A HASZNÁLT KAPCSOLATI MÉRŐSZÁMOK (AM, MAM) ELTERJEDTSÉGE A MAT. STAT.-BAN, HASZNOSSÁGUK ÁLTALÁNOS ÉRTÉKELÉSE (ÉRTHETŐBB MAGYARÁZAT KELLENE)

Az AM kiszámítása technikailag megegyezik egy korreláció kiszámításával, a MAM kiszámítása pedig a többszörös korreláció kiszámításával. Azért kerültem mégis a korreláció kifejezés használatát, mert a korreláció két valószínűségi változó közötti kapcsolat szorosságának egy mérőszáma. Ahol azonban az AM és MAM említésre kerül, ott görbék, és nem valószínűségi változók közötti hasonlóságról van szó. Pontosabban szólva, a pollenszezon minden napjára van egy-egy értékünk, amiket ha időben összekötnénk, egy-egy görbét kapnánk. Valójában viszont annyi dimenziós vektoraink vannak, amennyi a pollenszezon napjainak száma. Az AM tehát a napi pollenkoncentrációk napi trendjeinek a meredekségeihez rendelt fenti vektor és valamely meteorológiai elem napi trendjeinek a meredekségeihez rendelt fenti vektor hasonlóságát, vagyis a két vektor által bezárt szög cosinusát jelenti. Ha a meteorológiai elemekhez rendelt iménti vektorok olyan lineáris kombinációját vesszük, amely az Euklideszi metrikában minimalizálja e lineáris kombináció és a pollenkoncentrációhoz rendelt iménti vektor távolságát, akkor a MAM négyzete úgy definiálható, hogy 1 mínusz e távolságnégyzet és a pollenkoncentrációhoz rendelt vektor hossza négyzetének az aránya.

## A KOCKÁZATI POTENCIÁL (RISK POTENTIAL = RP) ÉS A TERJESZKEDÉSI POTENCIÁL (EXPANSION POTENTIAL = EP) ÉRTELMEZÉSE ÉS VALÓS JELENTÉSE

Végül az eszközök szinte végtelen sorát a lineáris és nem-lineáris *trend-analízis* (t-próbával), a Mann-Kendall teszt (nem normális eloszlású adatokra) zárja. Utolsóként néhány *kapcsolati mérőszám*, mint a többszörös kapcsolat mértéke (Multiple Association Measure, MAM) (véltetőleg a multiregressziós módszernél használatos), valamint a félig empirikus kockázati potenciál (Risk Potential, RP) és az invazív növényfajtákra alkalmazott terjeszkedési potenciál (Expansion Potential, EP) kerül bevezetésre. *Értelmezésük, vagy inkább valós jelentésük felfogása a kívülálló számára nehéz feladatnak tűnik.*

A kockázati potenciál az egyes taxonok (esetünkben nemzetségek, családok) helyben való túlélésével kalkulál (azaz jelzi, hogy az adott élőhely lehet-e refúgium, vagyis menedékhely a várható változások esetén; vagy az esetleg egy terjeszkedés kiindulási gócpontja lesz, illetve teljesen indifferens lesz rá az éghajlatváltozás). Ugyanakkor a terjeszkedési potenciál szintén a várt változásokat és a taxonok ökológiai igényei alapján a várható jövőbeli terjeszkedésüket jelzi a tájban, vagyis azt, hogy vajon képes lesz-e az adott taxon máshol megtelepedni a tájban, képes lesz-e mozogni a tájban. Az egyes nemzetségek, családok fajkészletének jellemzésére használt ökológiai indikátorok segítenek az egyes taxonok várhatóan melegendő, összességében szárazodó, szélsőségesebb csapadékeloszlásúvá váló klímára adott növényi válasz meghatározásában.

A figyelembe vett ökológiai indikátorok a következők: a Zólyomi szerinti hőmérsékleti igény (TZ-érték) (Zólyomi és Précsényi, 1964), a Soó szerinti hőmérsékleti igény (TS-érték) (Soó, 1964-1980), a fajok hőellátottsága a vegetációs övek klímájával interpretálva Borhidi szerint (TB-érték) (Borhidi, 1995), valamint a kontinentalitás és az éghajlati szélsőség túrásának a mértéke a fajok eloszlása alapján Borhidi szerint (Borhidi, 1995). A TZ- és a TS-értékek csupán a fajok hőigényére koncentrálnak, míg a vegetációs zónákra utaló TB- és CB-értékek tartalmazzák a tipikus évi csapadékeloszlásokat is (1. táblázat).

Minél nagyobb egy taxon fajkészlete (lásd: Poaceae) annál nagyobb a lehetőség arra, hogy az adott rendszertani csoporton belüli faj-átrendeződéssel a taxon alkalmazkodni tud a várható változásokhoz. Fontos, hogy az adott taxonban legyen – lehetőleg minél több – olyan faj, amely inkább melegtűrő, elviseli a talaj hosszabb idejű kiszáradását [pl. a fűfélék (Poaceae) családjában vannak ilyen fajok]. Ugyanakkor a klímaváltozás várható hatásaira fokozottan érzékenyek az olyan rendszertani kategóriák, amelyek eleve kevés – esetleg csak egy-két fajjal bírnak. Ezek a fajok inkább az üdebb termőhelyekhez kötődnek, az alacsonyabb hőmérsékleteket kedvelik, s fokozottan aszályérzékenyek (pl. *Betula*, vagy *Alnus*). Másrészt jól terjeszkedési potenciállal bírhatnak azok a taxonok, amelyekhez ugyan kevés faj tartozik, de ezek kimondottan olyan fajok, amelyek a várható változásokat kedvelik (pl. *Juglans*). A terjeszkedésnél a terepi tapasztalatokat, illetve a klímátörténet során, a holocén folyamán a Kárpát-medencében már eddig megfigyelt változásokat is figyelembe vettem (Sümei, 2001). Ugyanis a múltban megtörtént eseményekből a jövőre is következtethetünk. Nevezetesen, a 10.000-15.000 évvel ezelőtti fajkészlet Közép-Európában nem különbözik jelentősen a maitól, noha jelentős élőhelyi változások és regionális fajkészletbeli átalakulások, arányeltolódások következtek be az egyes fajok, taxonok esetében (Sümei, 2001).

1. táblázat  
A leggyakoribb magyarországi allergén taxonok ökológiai indikátorainak és klímaváltozási kényszereinek értékei

Taxonok	TZ- érték	TS- érték	TB- érték	CB- érték	a klímaváltozás miatti kockázati potenciál (RP)	a klímaváltozás miatti terjeszkedési potenciál (EP)
<i>Alnus</i>	2, 3, 6	1, 2	3, 4, 5	4	***	-2
<sup>3</sup> <i>Ambrosia</i>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	*	<b>2</b>
<i>Artemisia</i>	5, 6, 7,	2, 3, 4,	6, 7, 8,	5, 6, 7,	*	2
		5	9	8, 9		
<i>Betula</i>	3	1, 2	3, 4	3, 4	***	-2
<i>Cannabis</i>	5	0	7	7	*	0
Chenopodiaceae	0, 5, 6,	0, 2, 3,	5, 6, 7,	0, 2, 3,	*	1
	7	4, 5	8, 9	4, 5, 6, 7, 8, 9	**(néhány taxon)	
<i>Juglans</i>	5	4	8	2, 5	*	2
<i>Morus</i>	–	–	7	5	**	-1
<i>Pinus</i>	3	1, 2, 4	4, 8	4, 7	**	-1
<i>Plantago</i>	5, 6, 7	0, 2, 3,	5, 6, 7,	0, 1, 3,	*	1
		4	8	6, 7, 8	**( néhány taxon)	
<i>Platanus</i>	5, 6, 7	4	6, 7, 8,	6	*	2
			9			
<sup>3</sup> Poaceae	<b>0, 3, 4,</b>	<b>0, 2, 3,</b>	<b>3, 4, 5,</b>	<b>2, 3, 4,</b>	*	<b>1</b>
	<b>5, 6, 7</b>	<b>4, 5</b>	<b>6, 7, 8,</b>	<b>5, 6, 7,</b>	**( néhány taxon)	
			<b>9</b>	<b>8, 9</b>	*** ( néhány taxon)	
<sup>3</sup> <i>Populus</i>	<b>3, 5</b>	<b>3, 4</b>	<b>5, 7, 8</b>	<b>5, 6, 7</b>	*	<b>1</b>
					**( néhány taxon)	
<i>Quercus</i>	5, 6	3, 4	6, 7, 8	4, 5, 6,	*	1
				7	**( néhány taxon)	
<i>Rumex</i>	0, 5	0, 2, 3,	4, 5, 6,	2, 3, 5,	*	1
		4	7, 8	6, 7, 8	**( néhány taxon)	
<i>Taxus</i>	5	2	5	2	***	-2
<i>Tilia</i>	5, 6	3, 4	5, 7	2, 4, 7	*	1
					**( néhány taxon)	
<i>Ulmus</i>	5	2, 3, 4	5, 6, 7	3, 5, 6	*	1
					**( néhány taxon)	
<sup>3</sup> <i>Urtica</i>	<b>5, 6</b>	<b>0, 4</b>	<b>6, 7</b>	<b>4, 6</b>	*	<b>1</b>
					**( néhány taxon)	

**TZ-érték: Zólyomi szerinti hőmérsékleti igény (Zólyomi és Prácsényi 1964; Horváth et al. 1995):**

- : nincs érték meghatározva;
- 0: nem jellemző;
- 2: megfelel az erdő- és tundra övnek;
- 3: megfelel a tajga övnek;
- 4: megfelel a széles levelű / tűlevelű vegyes erdő övnek;
- 5: megfelel a széles levelű erdő övnek;
- 6: megfelel a szubmediterrán erdő övnek;
- 7: megfelel a mediterrán, atlanti örökzöld övnek;
- (TZ=1 értékkel taxonok nem fordulnak elő.)

**TS- érték: Soó szerinti hőmérsékleti igény (Soó 1964-1980; Horváth et al. 1995):**

- : nincs érték meghatározva;
- 0: a hőmérsékletváltozásra közömbös fajok;
- 1: rendkívül hidegtűrő arktikus és alpesi fajok;
- 2: hidegtűrő fajok;
- 3: enyhén hidegtűrő fajok;
- 4: hideg-érzékeny, meleg-kedvelő fajok;
- 5: rendkívül meleg-kedvelő fajok;

**TB- érték: a fajok hőellátása a Borhidi szerinti vegetációs övek éghajlatával interpretálva (Borhidi 1995; Horváth et al. 1995):**

- 3: megfelel a szub-alpesi, vagy szub-boreális övnek;
- 4: megfelel a montane tűlevelű erdők, vagy a tajga övének;
- 5: megfelel a montane széles levelű erdő övnek;
- 6: megfelel a szub-montane széles levelű erdő övnek;
- 7: megfelel a meleg-kedvelő erdő övnek;
- 8: megfelel a szub-mediterrán erdős területek és a kontinentális sztyeppék övének;
- 9: megfelel a mediterrán örökzöld övnek;
- (TB=0; 1 és 2 értékkel taxonok nem fordulnak elő.)

**CB- érték: a kontinentalitás és az éghajlati szélsőségekkel szembeni tűrőképesség Borhidi szerinti mértéke (Borhidi 1995; Horváth et al. 1995) az egyes fajok eloszlásával összefüggésben:**

- 0: semleges fajok
- 1: eu-óceáni fajok (atlanti fajok, melyek még épp kivételesen előfordulnak a kontinentális éghajlaton);
- 2: óceáni fajok (főként Nyugat-Európában és Nyugat-Közép-Európában élnek);
- 3: óceáni–szub-óceáni fajok (elsősorban Közép-Európában fordulnak elő);
- 4: szub-óceáni fajok (elsősorban Közép-Európában fordulnak elő, de ritkán Kelet-Európára is kiterjednek);
- 5: szub-óceáni – szub-kontinentális fajok;
- 6: szub-kontinentális fajok (főként Kelet-Közép-Európában fordulnak elő);
- 7: kontinentális – szub-kontinentális fajok (főként Kelet-Európában fordulnak elő, de Közép-Európában is megtalálhatók);
- 8: kontinentális fajok (főként Kelet-Európában fordulnak elő, de nyugat felé csak Kelet-Közép-Európáig terjednek);
- 9: eu-kontinentális fajok (Kelet-Európában és az ázsiai sztyeppéken honos fajok, melyek csak ritkán fordulnak elő Közép-Európában);

<sup>1</sup> **a klímaváltozás miatti kockázati potenciál (RP):** \* nem veszélyeztetett taxonok; \*\* mérsékelten veszélyeztetett taxonok (néhány faj populációi regionálisan visszahúzódhatnak); \*\*\* veszélyeztetett taxonok;

<sup>2</sup> **a klímaváltozás miatti terjeszkedési potenciál (EP):** 0: nem befolyásolja a globális fölmelegedés; 1: néhány faj esetében terület növekedés, míg más fajoknál területcsökkenés lehetséges; 2: szignifikánsan befolyásolja a globális fölmelegedés; néhány faj esetében terület növekedés várható; -1: néhány fajnál regionális területcsökkenés lehetséges; -2: szignifikánsan befolyásolja a globális fölmelegedés, a fajok többségénél területcsökkenés várható;  
(A globális fölmelegedés hatása semleges, vagy többnyire kedvező a 0, 1 és a 2 kategóriákhoz tartozó családok és nemzetségek számára, míg a -1 és -2 kategóriákhoz tartozók esetében a változások kedvezőtlenek. A 0, 1 és -1 kategóriákba tartozó taxonok nem számottevően érintettek, azonban a 2 és -2 kategóriákhoz tartozókat szignifikánsan befolyásolja a globális fölmelegedés.)

<sup>3</sup> **Kövr:** a legnagyobb pollenkoncentrációval rendelkező taxonok;



### **Vegyük pl. a Poaceae-t, és határozzuk meg az RP és EP értékét!**

Ehhez a következő módon járunk el. Figyelembe vesszük a fajkészletet (77 faj tartozik a Poaceae családhoz Magyarországon), és az azokhoz tartozó indikátor értékeket. (Minden egyes fajhoz egy TS-, egy TZ-, egy TB- és egy CB-érték tartozik.) Azt nézzük meg, hogy melyek azok az indikátor értékek, amelyek a jelenlegi fajkészlethez tartoznak, azaz a jelenlegi fajkészlet alapján tipizálunk.

Ezután kategorizáljuk az indikátor értékeket aszerint, hogy azok mennyire teszik alkalmazkodó-képessé a fajokat a várható változásokhoz. A kiválasztás alapja az, hogy mennyire szárazságtűrő (TZ-, TB-, CB-érték; látenszen az egyes klímaövekhez jellemző csapadék értékek rendelkezhetők), melegkedvelő (TZ-, TS-, TB-, CB-érték), kontinentalitás-tűrő (CB-érték), szélsőséges klímaviszonyokat is elviselő (CB-érték), esetleg a mediterrán éghajlaton (TZ-, TB-érték) is életképes fajokról van szó. Minden egyes taxonra az indikátor értékek ugyanazt jelentik. Más szóval pl. akár a Poaceae, akár más taxon esetében (a1) a TZ-értéknél a 0, 2, 3, 6 és a 7 számok szárazságtűrésre utalnak, míg a 4 és 5 számok inkább a nedvesebb klímát kedvelő fajokat jelzik; (a2) a TZ-értéknél a hőmérsékletre is tudunk következtetni: a 2, 3 és 4 számok inkább hidegkedvelő fajokat foglalnak magukba, az 5 szám enyhén hideget és kissé meleget kedvelő fajokat jelez, míg a 6 és 7 szám melegkedvelő fajokra utal; (b) a TS-értéknél az 1, 2 és 3 számok hidegtűrő, míg a 4 és 5 számok melegkedvelő fajokat foglalnak magukba; (c1) a TB-értéknél a 3, 4 és 5 értékek hidegtűrő, a 6 szám részben hidegtűrő, mérsékelten melegkedvelő, míg a 7, 8 és 9 számok melegkedvelő fajokat jeleznek; (c2) a TB-értéknél a csapadékra is következtethetünk: a 3, 7, 8 és 9 értékek szárazságkedvelő fajokat foglalnak magukba, míg a 4 és 5 értékek csapadékosabb klímát kedvelő fajokat jeleznek, a 6 érték pedig e kettő közötti átmenetre utal; (d1) a CB-értéknél az 1, 2, 3 és 4 értékek inkább hűvösebb, kevésbé meleg klímára utalnak, az 5 számmal jellemzett fajok átmeneti jellegűek, míg a 6, 7, 8 és 9 számok egyre inkább melegkedvelő és egyre inkább jelentős hőmérsékleti különbségeket elviselő fajokat jeleznek; (d2) a CB-értéknél az 1, 2, 3 és 4 számok inkább csapadékos és kiegyenlítettebb csapadékot kedvelő fajokat mutatnak, az 5 szám átmeneti fajokra utal, míg a 6, 7, 8 és 9 értékek egyre inkább szárazságtűrőbb fajokat jeleznek (1. táblázat).

Ezután megnézzük azt, hogy az egyes taxonokhoz milyen értékek rendelkeznek a fajkészlet alapján, azaz milyen értékeket vehet fel az adott taxon fajkészlete.

Ezután elemezzük, hogy milyen arányban vannak a taxonon belül a változásokhoz inkább alkalmazkodó, azokat kevésbé tűrő, esetleg a változásokra indifferens fajok. Ehhez az indikátor értékek mellett a terepi tapasztalatokat, valamint az adott taxon elterjedési térképeit is figyelembe vesszük.

A felvehető indikátor értékek alapján, illetve a taxon fajkészlete alapján súlyozva jellemezzük a taxon klímaérzékenységet. Azaz, megnézzük, hogy az adott taxon fajkészletéhez egyrészt milyen indikátor értékek tartoznak, másrészt a fajkészlet alapján az egyes indikátor értékekből mennyi található.

Ezután a jelenlegi klímaadottságokat és a regionális klímamodellek alapján várható hőmérsékleti és csapadékváltozásokat összehasonlítjuk, és megpróbálunk következtetni arra, hogy a jelenlegi fajkészlet ehhez a változáshoz mennyire képes alkalmazkodni.

Az összehasonlításnál a fenti indikátor értékek mellett hasznosak az elterjedési térképek is, mert ezek alapján megvizsgálhatjuk azt, hogy a Magyarországon várható klímaváltozásoknak megfelelő klímaadottságokkal rendelkező területeken az adott taxon előfordul-e. Jó analógiák: Dobrudzsa, Regát, az Észak-Bolgár Tábla, illetve Dél-Szerbia, Macedónia, Moldova, Dél-Oroszország, Ukrajna és Azerbajdzsán.

Ezt követően a fenti adatokat összevetjük az RP és EP kategória-rendszerek indikátor értékeivel. Ezek úgy kerültek kialakításra, hogy egyszerűek és jól értelmezhetőek legyenek, valamint a rendelkezésre álló adatokból és a terepi tapasztalatokból is egyszerű és releváns következtetések legyenek levonhatóak. A jelenlegi terepi kutatási adatok az RP 3 kategóriából álló, illetve az EP 5 kategóriából álló rendszereinek nem tesznek lehetővé részletesebb kategorizálást, de lehet, hogy ennél részletesebb kategorizálásra nincs is szükség. Az RP 3 kategóriáját, illetve az EP 5 kategóriáját lásd: 1. táblázat, jelmagyarázat, <sup>1</sup> és <sup>2</sup> pont.

Az összevetés alapja mind az RP, mind az EP esetében az, hogy milyen mértékben melegtűrő, és szárazságtűrő fajok dominálják az egyes családokat, vagy nemzetségeket, illetve azok mennyire jelentős fajszámban vannak jelen. Ha melegkedvelő és szárazságtűrő fajok jellemzik az adott családot, vagy nemzetséget, és e fajok száma magas, akkor kevésbé lesznek érzékenyek a klímaváltozásra (RP), s nagyobb lesz a terjeszkedési képességük a tájban (EP). Míg ha egy családot, vagy nemzetséget inkább hidegkedvelő, magasabb és kiegyenlítettebb csapadékot kedvelő fajok uralják, de mellettük nincsenek melegkedvelő és szárazságtűrő fajok, ráadásul e rendszertani kategóriák fajszegények is, akkor azok a klímaváltozásra érzékenyebbek (RP), és a tájban inkább vissza fognak szorulni, rossz terjeszkedési képességgel rendelkeznek (EP). Ilyenkor nincs olyan helyettesítő rokon faj, amely a várható változásokra érzékeny fajt helyettesítené.

Ha egy család, vagy nemzetség sok fajjal rendelkezik, mint pl. a Poaceae család, akkor nagyobb az esély arra, hogy abban különböző klímaigényű fajok is jelen legyenek egy-egy területen (lásd: pl. Magyarország). Ilyenkor a leggyakoribb alkalmazkodási mintázatot vesszük dominánsnak, ami a Poaceae esetében (\*), azaz nem veszélyeztetett, de néhány faj mérsékelten (\*\*), vagy erősen (\*\*\*) veszélyeztetett. E veszélyeztetettebb fajok fokozottabban vízigényesek. A mérsékelten veszélyeztetett kategória (\*\*) azt jelenti, hogy egyes tájakban veszélyeztetett lehet az adott faj, más tájakban kevésbé, illetve a jelenlegi ismereteink alapján nem dönthető el egyérelműen a veszélyeztetettsége, viszont az valószínűsíthető. Az erősen veszélyeztetett (\*\*\*) fajoknál viszont az indikátor értékek alapján szinte biztos a veszélyeztetettség.

A Poaceae-nél az EP érték +1-nek adódott az indikátor értékek, a terepi tapasztalatok és a jelenlegi elterjedés alapján. Ez azt jelenti, hogy az ebbe a családba tartozó fajoknak mérsékelt terjeszkedése várható. Azért csak mérsékelt, mert a jelenlegi fajkészlet alkalmas arra, hogy a jelenleginél melegebb és szárazabb klímán is megéljen, noha az egyes fajok arányában, s így a különböző gyeptársulásokban, azok fűfaj-készletében jelentős átalakulások, előhelyzőna-eltolódások várhatók. Ez azt jelenti, hogy pl. a kékperjés lápréteket alkotó magyar kékperje (*Molinia hungarica*) vissza fog szorulni, míg a helyén a sovány csenkesz (*Festuca pseudovina*) jelenhet meg, ami a sztyepprétek jellegzetes faja. Mindkét faj a Poaceae családba tartozik, mégis két teljesen más közösségről van szó. A tájban való terjeszkedésre, az állomány növekedésére hazánkban a parlagosodás ad lehetőséget. Ezek azok a területek, amelyek irányába a fűfélék növelhetik életterüket. A várható klímaváltozás hatására bizonyos mezőgazdasági kultúrák egyes tájakban nehezebben lesznek termeszthetők (lásd: pl. a Kiskunsági buckavidék gyümölcsösei), így azok helyén a fűfélék a parlagszukcesszió nyomán terjeszkedhetnek.

Így hiába van sok olyan faj, ami szárazságtűrő a Poaceae családon belül, azok már jelenleg is a száraz termőhelyeket uralják. Azokon további terjeszkedésük korlátos. Az üdőbb gyepeken szintén Poaceae fajok az uralkodók, és azok szárazodásával szintén Poaceae-k fognak ott megjelenni. Ily módon ezek irányába sem növelhetik a fűfélék a kiterjedésüket. A felhagyott szántók, gyümölcsösök, szőlők helyén kialakuló parlagok, esetleg bizonyos erdőtípusok helyén azonban van táji terjeszkedési potenciáljuk. Ennek azonban a mindenkori tájhasználat korlátot fog szabni (lásd: pl. új mezőgazdasági kultúrák meghonosítása, szárazságtűrő fajok telepítése), ezért a terjeszkedési potenciáljuk mérsékelt lehet, azaz csak +1.

Lehetőség szerint mind az RP-re, mind az EP-re egyetlen értéket próbálunk adni, de ahol ez az indikátor értékek és a terepi tapasztalatok alapján nehézkes, vagy nem kielégítő, akkor ott több értéket is adunk, de csak az RP esetében. Minél több faj tartozik egy családhoz, vagy nemzetséghez, annál nagyobb annak az esélye, hogy az illető család, vagy nemzetség több RP értéket kaphat.

Az EP értékeket részben az RP értékekből, azok összevonásával származtatjuk. Azaz, ha egy taxonnál több RP érték is szerepelt, akkor igyekszünk az EP értéknél a várhatóan legjellemzőbb terjeszkedési képességet kiválasztani, azaz az RP értéket egyszerűsítjük.

#### Hivatkozás

- Borhidi, A., 1995: Social behaviour types, the naturalness and relative ecological indicator values of the higher plants in the Hungarian Flora. *Acta Botanica Hungarica*, 39, 97-181.
- Horváth, F., Dobolyi, Z.K., Morschhauser, T., Lőkös, L., Karas, L., Szerdahelyi, T., 1995: Flóra adatbázis (Flora Database) 1.2. Vácrátót, MTA-ÖBKI
- Soó, R., 1964-1980: A magyar flóra és vegetáció rendszertani-növényföldrajzi kézikönyve, I-VI. Akadémiai Kiadó, Budapest
- Sümei, P., 2001: A negyedidőszak földtanának és ökológiájának alapjai. JATEPress, Szeged, 262 p.
- Zólyomi, B., Précsényi, I., 1964: Methode zur ökologischen Charakterisierung der Vegetationseinheiten und zum Vergleich der Standorte. *Acta Botanica Hungarica*, 10, 377-416.

A néhány soros **Felhasznált számítógépes segédletek (5)** rész (alkalmazott kész felhasználói programok felsorolása) után a dolgozatban összefoglalt eredmények leírásához vezető részhez érkezünk.

Elsőként ebben a nagyobb egységben **A parlagfű és pollenjének jellemzői (6)** fejezet található. A fejezet érdekes egysége a biológiai és környezetvédelmi jellegű leírásnak és a statisztikai elemzésnek, ahogy ezt Szerző a fejezet felvezető mondatában nem is titkolja. Elsőként (Bevezetés) áttekinti a parlagfű eredetét és elterjedésének folyamatát, majd a növény magyarországi elterjedésére fordítja figyelmét. Ezen belül részletesen foglalkozik a növény hazai „inváziójának” bekövetkeztét előidéző különböző faktorokkal: az éghajlati, az ökológiai, a mezőgazdasági és végül a környezetvédelmi jogi háttérrel.

Ezek után hirtelen váltással áttér eredményei egy részének ismertetésére, amelyek a következők:

1. A vizsgált növényfajok (24 faj) pollinációs időszakai, és az ezen időszakokban fellépő átlagos napi pollenkoncentrációk (pollenszámok).

## 11. A 9. ÁBRÁN LÁTHATÓ „MAXIMÁLIS POLLENSZÁM” ÉRTHETŐ MAGYARÁZATA A JOBBOLDALON MEGADOTT MÉRTÉKEGYSÉG FIGYELEMBEVÉTELÉVEL

Valóban a parlagfű pollenszámának évi átlaga és a maximális napi értékekből képezett évi átlagok menetét elemezzük-e?

2. A parlagfű pollenszámának évi átlaga és a maximális napi értékekből képezett évi átlagok *(ha ez utóbbit jól értem)* menete az 1989-2010 időszakban.

A 9. ábrán a jobboldali mértékegység: „maximális napi pollenszám / m<sup>3</sup> levegő / év”. Ez a mértékegység, valamint a jelmagyarázatban szürkével jelölve a „maximális napi pollenszám” arra utal, hogy minden egyes vizsgált éven belül vesszük azt a napot, amelyen a legnagyobb volt a parlagfűpollen koncentráció, s ezeket oszlopdiagramon ábrázoljuk. A jobboldali mértékegység helyesen van feltüntetve, míg a jelmagyarázatban precízebb lett volna az „évi maximális napi pollenszám” kifejezés.

3. A parlagfű pollenszámok kumulatív összegei a pollinációs időszakban, és a „Makra-próba” által meghatározott legnagyobb pollenkoncentrációkat tartalmazó időszak (a nagy pollenszámú napok legnagyobb kockázatú időszaka).

## 12. A MAKRA-TESTT ÁLTAL ADOTT ÚJ INFORMÁCIÓ HOZZÁADOTT ÉRTÉKÉNEK BECSLÉSE FŐLEG GYAKORLATI SZEMPONTBÓL.

A Makra-próbával történő elemzés az éves lefutás napi bontású görbéjéhez képest valóban kevés új információt tartalmaz-e?

4. Ugyancsak a „Makra-próba” által meghatározott szignifikánsan eltérő átlagos koncentrációjú időszakok (megjelenési, növekedési, maximum, lecsengési és megszűnési időszak), a parlagfű pollenkoncentráció éves átlagos menetét tartalmazó görbén. *Az éves lefutás napi bontású görbéjéhez képest véleményem szerint ez a kategorizálás elég kevés új információt tartalmaz.*

A teszt végrehajtásának célja, hogy elkülönítsem a pollenszezonon belül azt a kritikus időszakot a koncentrációk felfutási és lecsengési szakaszai között, amikor a koncentrációk átlagosan a legnagyobbak. Ez látszólag pusztán szemrevételezés útján is megtehető lenne, de ahány szem, annyit lát: tehát nyilvánvalóan szubjektív.

A fejezet a fenti eredményekből levont összefoglaló következtetésekkel zárul.

## 13. A 12. ÁBRA PONTOSABB MAGYARÁZATA

Érthetetlen fejezetcím; a parlagfű pollenkoncentráció maximuma milyen átlagolási idővel értendő? A trajektória-klaszterezés elterjedtsége a légszennyezés-transzport modellezésében.

A következő fejezet, amely a **Parlagfű pollen transzport légcirkulációs pályáinak meghatározása Szeged térségében backward trajektóriák 3D claszterezésének alkalmazásával** (7) *számomra kissé érthetetlen* címet viseli *(esetleg nem 3D, azaz háromdimenziós backward trajektóriákról van szó?)*. Bevezetéseként Szerző bemutatja azt a – meglepőnek tűnő tényt, hogy Szeged Európa egyik „pollen-fővárosa” az Ambrosia szempontjából, azaz itt található a kontinens parlagfű pollenkoncentráció maximuma. *Nagy kár, hogy az ábrából és szövegből sem derül ki, hogy a bemutatott maximum milyen átlagolási idővel értendő? Vagy csak egy adott év augusztusának utolsó 10 napjára vonatkozik?* Ennek

közlését nem pótolja a hivatkozás. A trajektória-klaszterezés tudomásom szerint eléggé elterjedt eljárás a légszennyezés-transzport modellezésében, tehát nem valószínű, hogy igaz lenne Szerzőnek az a kijelentése, hogy még senki sem használt előtte éghajlatinak nevezhető időskálán ilyen módszert a különböző szennyezőanyagok származási helyének meghatározására. Ennek ellenére a parlagfű pollen vonatkozásában elfogadom állítását a vizsgálat újszerűségéről. A 3D inverz trajektóriák ezt követő elemzése és az ebből levont következtetések helytállóak, és sokoldalúak, érdekesek, így ezt fejezetet tartom a dolgozat egyik legértékesebb részének.

#### **(1) A fejezetcím javítása**

Egy rövidebb és célirányosabb fejezetcím lehetne a következő: „7. Háromdimenziós backward trajektóriák clusterezése a Szeged térségébe érkező parlagfűpollen transzport meghatározására”.

A Tisztelt Bírálónak a 12. ábrával kapcsolatos megjegyzésére a válaszomat a (2) és (3) pont tartalmazza.

#### **(2) Az Európára készült parlagfűpollen térkép megbízhatósága**

A ma föllelhető összes európai parlagfűpollen térkép (European Aeroallergen Network Pollen Database és az ÁNTSZ Aerobiológiai Hálózata; [www.polleninfo.org](http://www.polleninfo.org); <https://ean.polleninfo.eu/ean>) hibás. A 12. ábrán előforduló hibák a következők: nem igaz az, hogy (1) Svájcban, (2) Ausztria északi részén, (3) Németország középső és déli részén, (4) Franciaország északkeleti részén (5) Közép-Olaszországban nincsen parlagfű és nincsen parlagfűpollen szórás. Azaz nem igaz az, hogy Nyugat-Európa nagyobb része teljesen mentes a parlagfű pollentől. Továbbá nem igaz az sem, hogy Kelet-Közép-Európa északi részén és a Kelet-Európai Alföldön több ezer km földrajzi hosszúság menti régiókban ugyanakkora a parlagfűpollen terhelés. Azonban a legnagyobb probléma az, hogy az összes európai parlagfűpollen térkép – mint ahogy a 12. ábra is – csupán a relatív pollenkoncentrációk területi eloszlását mutatja. (Megjegyzendő, hogy Észak-Amerikáról, ahonnan a parlagfű származik – s ahol annak élőhelyén igen magas, bár a Kárpát-medenceit nem meghaladó, a parlagfűpollen koncentrációja – még ilyen térkép sem található a szakirodalomban.)

Az *Ambrosia artemisiifolia* európai élőhelyeinek térképezéséről eddig mindössze egyetlen tanulmány jelent meg (Cunze et al., 2013). Az említett dolgozat alapján (a) az európai GBIF (Global Biodiversity Information Facility) élőhely adatainak ezen taxonra vonatkozó térképe, (b) az *A. artemisiifolia* több mint 40 nemzeti adatbázis élőhely eloszlása és nemzetközi adatai alapján 50 km x 50 km rácshálózatra készült térképe, valamint (c) az *A. artemisiifolia* európai adatokra s a jelen éghajlati feltételekre modellezett élőhely térképe mind hibás, s csupán (d) az *A. artemisiifolia* észak-amerikai adatokra s a jelen éghajlati feltételekre modellezett élőhely térképe nyújtja ezen taxon élőhelyei lehetséges eloszlásának egy megbízható becslését.

Ugyanakkor az *A. artemisiifolia* pollenkoncentrációinak európai térbeli eloszlásáról megbízható térkép mindeztáig nem született, s ezen taxon európai élőhelyeinek és pollenkoncentrációinak összevetése, illetve ökológiai és biogeográfiai kiértékelése sem történt még meg. Egy további célom ennek a feladatnak a megoldása, melyet egy további publikációmban fogok közölni.

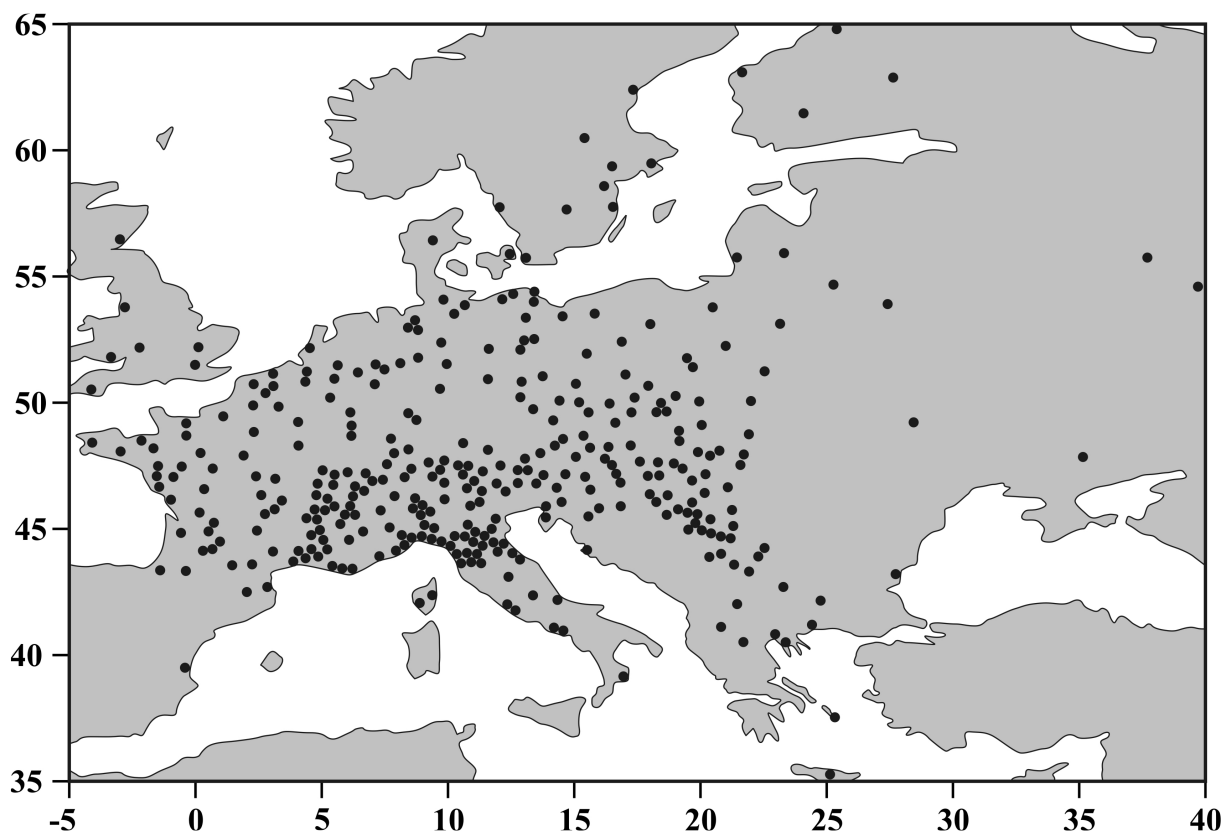
#### **(3) Európa első, valós adatokon alapuló parlagfűpollen térképe**

A Tisztelt Bíráló fenti észrevételéhez kapcsolódóan elkészítettünk egy valós parlagfűpollen térképet az összes érintett európai állomás napi átlagos parlagfűpollen koncentrációinak a figyelembe vételével (European Aeroallergen Network Pollen Database; <https://ean.polleninfo.eu/ean>), mely egy következő publikációmban fog

megjelenni (7-8. ábra). Az állomásonkénti átlagos pollenkoncentrációk meghatározása a következő módon történt. Európában 626 állomáson mérnek parlagfűpollen koncentrációt. Ezek legnagyobb közös mérési időszakát (1995-2010) vettem figyelembe, majd ennek alapján kiválasztottam 365 állomást. Ezt követően meghatároztam Szeged 1995-2010 közötti 16 éves napi átlagos pollenkoncentrációit, majd kiválasztottam a csúcértéket tartalmazó nappal (augusztus 27.) együtt az azt megelőző, illetve követő 7-7 nap összesen 15 napból álló periódusát (augusztus 20. – szeptember 3.). Ezután mind Szegedre, mind a többi állomásra kiszámítottam ugyanezen 15 nap átlagos pollenkoncentrációját, majd ezeket térképezve elkészítettük az *A. artemisiifolia* pollenkoncentrációinak izovonalas térbeli eloszlását Európára (7-8. ábra).

Megjegyzendő, hogy a parlagfű élőhelyek és a mért parlagfűpollen koncentrációk között nem feltétlenül egyértelmű a kapcsolat. Ugyanis

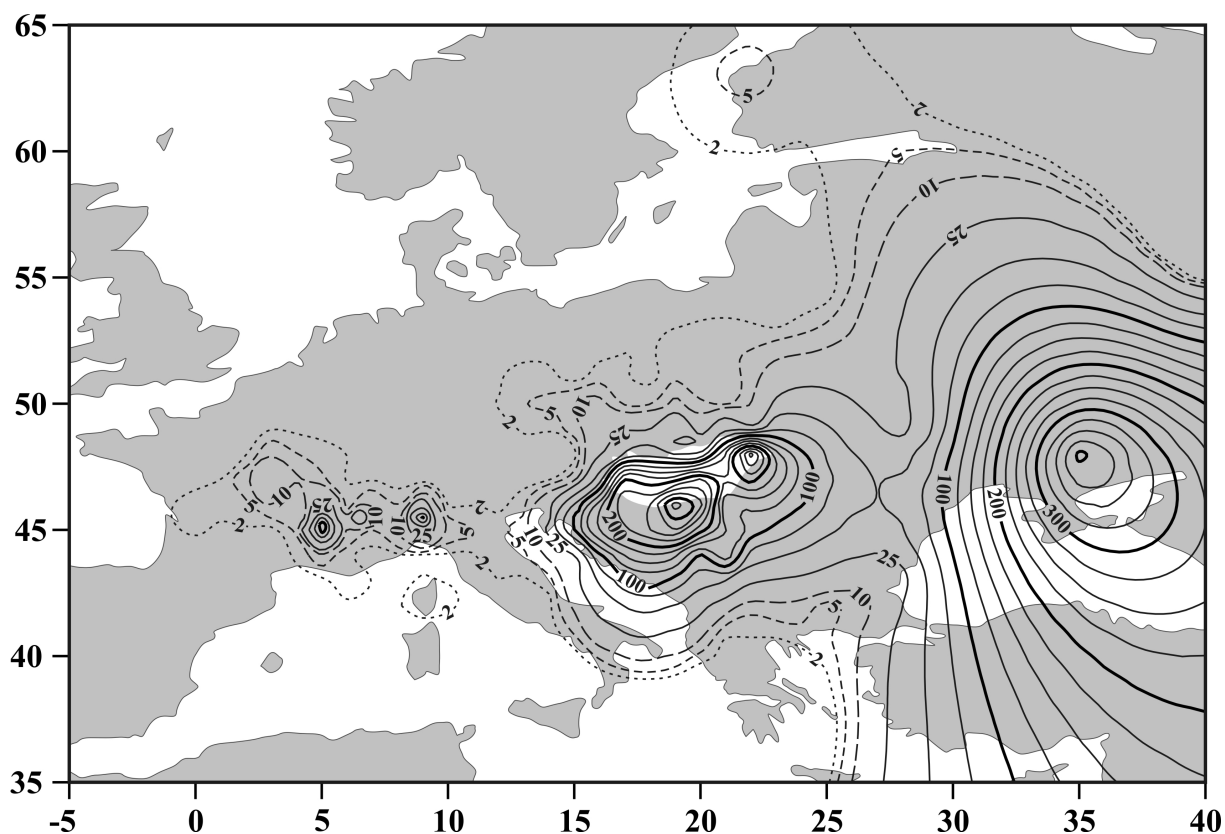
- (a) ha tartós és meleg a nyár, viszont nincsen elegendő csapadék (pl. mediterrán klíma, Dél-Európa), akkor a parlagfű pollenszórása jelentősen mérséklődhet;
- (b) ha a hőmérsékleti összeg nem éri el a parlagfű virágzásához szükséges küszöbértéket ( $1400^{\circ}\text{C}$ , Cunze et al., 2013), akkor nincsen pollenszórás, jöllehet maga a taxon tenyészhet (pl. óceáni klíma, Nyugat-Európa; illetve Észak-Európa);
- (c) a nagy távolságú parlagfűpollen transzport révén mérhető parlagfűpollen koncentráció ott is, ahol nincsen lokális pollenszórás, valamint ott is, ahol nem tenyészik a parlagfű.



7. ábra

Európa 625 db parlagfűpollen koncentrációt mérő állomása közül azok (365 db) földrajzi eloszlása, melyek rendelkeznek adatokkal a vizsgált időszakból (augusztus 20. – szeptember 3, 1995-2010). (Vízszintes tengely: földrajzi hosszúság, fok; függőleges tengely: földrajzi szélesség, fok) (European Aeroallergen Network Pollen Database és az ÁNTSZ Aerobiológiai Hálózata; [www.polleninfo.org](http://www.polleninfo.org); <https://ean.polleninfo.eu/ean>)





8. ábra

Az első, valós adatokon alapuló parlagfűpollen koncentráció térkép, Európa. A napi parlagfűpollen koncentráció térbeli eloszlása a szegedi csúcs koncentráció (augusztus 20. – szeptember 3, 1995-2010) időszakában.

Magyarország területét világos folt jelzi. (Vízszintes tengely: földrajzi hosszúság, fok; függőleges tengely: földrajzi szélesség, fok) (European Aeroallergen Network Pollen Database és az ÁNTSZ Aerobiológiai Hálózata; [www.polleninfo.org](http://www.polleninfo.org); <https://ean.polleninfo.eu/ean>) Az izovonalak szerkesztése a GOLDEN SOFTWARE SURFER 7.0 programmal, a standard kriging módszer segítségével történt.

#### Hivatkozás

ÁNTSZ Aerobiológiai Hálózata

Cunze, S., Leiblein, M.C., Tackenberg, O., 2013: Range Expansion of *Ambrosia artemisiifolia* in Europe is Promoted by Climate Change. Ecology, Article ID 610126, <http://dx.doi.org/10.1155/2013/610126>

European Aeroallergen Network Pollen Database (<https://ean.polleninfo.eu/ean>; [www.polleninfo.org](http://www.polleninfo.org))

Global Biodiversity Information Facility (GBIF)

## 14. A SZEGEDI IDŐJÁRÁS-TÍPUSOK ÉS ESETLEG A VELÜK EGYESÍTETT SZENNYEZŐANYAG-KONCENTRÁCIÓ TÍPUSOK VEKTORAINAK PONTOS ÉRTELMEZÉSE, TEHÁT AZ ÚN. OBJEKTÍV KLASZTEREZÉS PONTOSABB MEGFOGALMAZÁSA

A következő fejezetben Szerző a pollenkoncentrációk légtömeg-típusok szerinti osztályozásával foglalkozik. A fejezet már megszokottan bonyolult címe a következő: **A napi átlagos pollenkoncentrációk objektív és szubjektív időjárás-típusok szerinti osztályozása és összehasonlító hatékonyság vizsgálata (8)**. A fejezet nehézkes nyelvezettel írott első részéből, amely az objektív klaszterezés eredményeit összegzi, az derül ki, hogy először a légtömeg-típusok klasztereit határozzák meg a Szegeden mért meteorológiai adategyüttesek (12 elemű, v. dimenziójú időjárás-vektorok) klaszterezésével, majd ezt követően meghatározzák a klaszter-középpontokhoz tartozó 24 elemű pollenkoncentráció-vektorokat, és párhuzamosan az ezekhez tartozó átlagos tengerszintre redukált légnyomás-

mezőket az atlanti-európai térségre az ECMWF reanalízis mezőiből. *(Ha valamit rosszul értettem, kérem Szerzőt, válaszában térjen ki tévedésemre. Ha mindent jól értettem, akkor nem értem, hogy miért beszél Szerző a légtömegek és a pollenkoncentrációk együttes klaszterezéséről, egészen pontosan „adott szempont szerinti légtömeg-tipizálásról”, hiszen a tipizálásnál nem kerülnek be az adatok közé a pollenkoncentrációk. Ha viszont egy másik lehetséges alternatíva igaz, azaz a meteorológiai jellemzőkből és a pollenkoncentrációkból egyesített, 36 elemű vektorokat alakítanak ki és ezeket klaszterezik, akkor az a kérdőjeles számomra, hogy „hogyan házasítható az alma a körtével”? Az időjárási feltételek ui. a pollenkoncentrációk kialakításában jelentős szerepet játszó tényezők, ugyanez nem mondható el azonban a pollenkoncentrációk időjárás-alakító szerepéről, mert ilyen nincs. Tehát az ok és az okozat keverékének klaszterezéséről van szó, amit módszertanilag én legalábbis nem tartok korrektnek. Másik problémám az egy pontban mért meteorológiai adatok alapján a térség időjárására, és így az előző fejezetben korrektül elemzett pollenszállítás hatására való következtetés.)* Fentiek alapján tehát az ún. objektív klaszterezés újszerűségét és értékét nem tudom megítélni tudományos szempontból. A másodikként leírt szubjektív klaszterezés a jól ismert Péczely-féle makroszinoptikus v. időjárási helyzet-tipizálásból kapott osztályozás és a pollenkoncentrációk között teremt kapcsolatot. Ezt elfogadom, mert a Péczely-osztályozás (rejtetten) nem egy, hanem számos szinoptikai paramétert vesz figyelembe. Az utolsóként leírt összehasonlító elemzés az objektív és a szubjektív tipizálás hatékonyságáról, mely az objektív tipizálást hozza ki „győztesnek”, a fentebb leírtak fényében nem meglepő. Ha ui. a 36 elemű vektorok esetével van dolgunk, akkor a pollenkoncentrációk is jobban szétválnak, hiszen a klaszterezés tárgyai. Ha viszont csak a 12 elemű időjárás-vektorok klasztereződnek, akkor az eredmény azt jelenti, hogy a helyi tényezők befolyása domináns, és eléggé érdektelen, hogy milyen az időjárási helyzet egy nagyobb térségben. Mindezek alapján ezt a fejezetet, mint új tudományos eredményt, csak bizonyos fenntartással tudom kezelni. Leginkább az fogalmazódik meg bennem, hogy másképp kellett volna megírni, hiszen a lokális meteorológiai tényezők (a helyi időjárás) és a pollenszennyezés statisztikai kapcsolatának feltárása a leírtaknál a gyakorlat szempontjából nem kevésbé értékes, sőt talán értékesebb eredmény. Ez plusz a trajektória-analízis szerintem bőven lefedi a kérdéskört. Természetesen értem, hogy az európai szinoptikus helyzeteket (pontosabban ezek típusait) azért kellett bevonni az analízisbe, hogy a továbbiakban ismertetett pollenkoncentráció-előrejelzési módszerek alapjául szolgáljanak.

A tipizálásnál valóban nem kerültek be az adatok közé a pollenkoncentrációk. Tehát először a légtömeg-típusok clustereit határoztam meg a Szegeden mért 12 elemű meteorológiai adategyüttesek clusterezésével. Ezután pedig a 24 pollenfajtának a cluster-középpontokhoz tartozó átlagos pollenkoncentrációit, s ezzel párhuzamosan az ezekhez tartozó átlagos tengersizinti légnyomási mezőket az atlanti-európai térségre vonatkozóan.

A kapott clusterek átlagos légnyomási mezői, valamint a hozzájuk tartozó meteorológiai elemek napi átlagos értékei csupán egy első lépést jelentenek a meteorológiai elemek pollenszállításra gyakorolt hatásainak a vizsgálatában. További – jóval pontosabb – eszközök lehetnek statisztikai megközelítések, illetve légköri transzport modellek alkalmazása.

## A POACEAE POLLENKONCENTRÁCIÓ BECSLÉSÉNEK A HIBÁJA

Mint az a fentiekből már sejthető, ezután az „Objektív és szubjektív időjárási tipizáláson alapuló napi Poaceae pollenkoncentrációk becslése Szegedre lineáris regresszió segítségével” (9) c. fejezet következik, amely címének megfelelően a fűfélék pollenkoncentrációinak statisztikai előrejelzési módszerével foglalkozik. Egyetértek Szerző azon megállapításával, hogy a pollenkoncentrációkat a helyi meteorológiai elemek együttese

határozza meg, és nem ezek az elemek külön-külön, tehát multi-regressziós módszerek alkalmazása szükséges. Ez esetben csak öt meteorológiai állapotjelzőből álltak a prediktorként használt „időjárás-vektorok”: a hőmérséklet, a globálsugárzás, a relatív nedvesség, a tengerszíni légnyomás és a szélesebbesség értékeiből. Ezen felül a frontátvonulások hatását is figyelembe próbálta venni a Szerző. Az objektív módszer az volt, hogy ezen időjárás-vektorok klasztereit készítette el Szerző, a szubjektív pedig az, hogy az időjárási helyzeteket a frontok alapján sorolta hat osztályba, melyeket itt nem sorolok fel. A kapcsolatkeresés az időjárási klaszterek/osztályok és a fűpollen koncentrációk között a variancia-analízis (ANOVA) alkalmazásával történt, szükség esetén a Tukey-teszt is alkalmazásra került. Kiszámításra került az időjárásvektorok és a kiválasztott pollenkoncentráció közötti lineáris és lépcsőzött regressziós kapcsolatok, melyek az egyes meteorológiai változók predikciós potenciáljára is rávilágítottak. A lineáris regresszióval kapott eredmények eléggé gyenge kapcsolatokat tártak fel, mivel a teljes varianciának kb. 30%-át sikerült csak megmagyarázni. Jobbnak tűnik a frontanalízisen alapuló szubjektív prediktorok használata, ahol egyes esetekben a variancia 70%-át is meg lehetett magyarázni. Sokat mondó azonban a módszer eredményességére vonatkozóan a Szerzőnek az a megállapítása, hogy a legjobb prediktor az előző napi pollenkoncentráció, mely 90%-os szinten szignifikáns. Ez alapján nagyon valószínű, hogy az ismertetett módszerek gyakorlati célokra nem alkalmasak. A következtetések eléggé triviálisak. Ábrákat ez a rész egyáltalán nem tartalmaz, amelyek nélkül az eredmények értékének megbecslése meglehetősen nehéz.

E fejezetben az eredeti adatok clusterezését, a standardizált adatok clusterezését, illetve a szubjektív időjárási típusokat tekintve az eredeti adatokkal, a teljes adatbázison történő objektív osztályozás bizonyult a leghatékonyabbnak a Poaceae pollenkoncentráció osztályozása szempontjából. Ugyanakkor a szubjektív osztályozás esetében a legjobb becslést a „melegfront esővel” kategóriára kaptuk (70,4%-os megmagyarázott variancia).

Nem értek egyet azzal, hogy a „módszerek gyakorlati célokra nem alkalmasak”. Bevallom, a becslés pontosságától magam is többet reméltem, de a vizsgálat révén mégis csak rendelkezésre áll egy dokumentált módszer, dokumentált beválási tulajdonságokkal. A különböző médiumokban, és talán leginkább az elektronikus médiumokban, időnként találkozhatunk pollen „előrejelzésekkel”. Ezek módszertanáról, beválásukról, és így gyakorlati hasznukról azonban semmit nem lehet tudni. Ezekhez képest a vizsgálatomat mindenképpen komoly előrelépésnek tekintem.

A Poaceae pollenszámoknak a figyelembe vett magyarázó változókon alapuló becslése – jóllehet nagy a hibája – hasznos információt nyújt mind az objektív, mind a szubjektív időjárási típusokra az előrejelzés pontosságáról. Ezt az elemzést egy előzetes vizsgálatnak tekintjük. Ahhoz, hogy megbízhatóan előrejelezzük a Poaceae pollenkoncentrációt, fejlettebb módszerek szükségesek.

## 15. A TRAJEKTÓRIA- ÉS DISZPERZIÓS MÓDSZEREK ELUTASÍTÁSA A POLLEN-ELŐREJELZÉS LEHETSÉGES ESZKÖZEKÉNT

A következő fejezet címe: „A napi parlagfű pollenkoncentráció becslése Szegedre előző napi meteorológiai változókkal regresszió analízis és kvantilis regresszió analízis alkalmazásával” (10) azt sejteti, hogy itt kerül majd ismertetésre az eredmények központi része. A fejezet az ilyen típusú korábbi vizsgálatok igen részletes nemzetközi áttekintésével indul. Nyilvánvaló, hogy a címben szereplő szerény „becslés” megfogalmazás helyett a fejezetben leírt eredmények célja lényegében „a pollenkoncentrációk meteorológiai és pollen paramétereken alapuló előrejelzése” (idézet a Szerzőtől). Nem teszi hozzá, hogy statisztikai típusú előrejelzésről van szó, mely a folyamatok legegyszerűbb „fekete doboz” modelljének tekinthető. Megemlíti, hogy léteznek bonyolultabb, részben determinisztikus módszerek is,

mint pl. a neurális hálók módszere, de – állítása szerint – ezekkel a módszerekkel sem sikerült szignifikánsan jobb eredményeket elérni, mint a statisztikai módszerekkel. *Végül szól a – véleményem szerint igazán korszerű – légköri transzport modellek alkalmazásáról, mint opcióról a pollenkoncentrációk előrejelzésére. Ezeket a modelleket azonban korlátozott alkalmazhatóságúnak nevezi, adathiányra hivatkozva. Ezt az állítást nem tudom feltétel nélkül elfogadni, hiszen a pollenszám adatok kb. ugyanolyan számban és minőségben hozzáférhetők, mint egyes kémiai légszennyezők adatai. Kérem szerzőt, hogy a védésen térjen ki e kérdéskörre.* A rész végén a 11. Táblázatban ismerteteti a vizsgálati időszak 10 évében a jellemző parlagfű pollenkoncentrációkat Szegeden.

A légköri transzport modellek alkalmazása egy további eljárás a pollenkoncentráció leírására és előrejelzésére (pl. Helbig et al., 2004; Pasken és Pietrowicz, 2005; Schueler és Schlüntzen, 2006; Sofiev et al., 2006; Vogel et al., 2008; Zink et al., 2012).

Helbig et al. (2004) a pollen emisszió meteorológiai változókon (szél, hőmérséklet, légnedvesség) alapuló parametrizációját fejlesztette ki a pollenszemek emissziójára és reszuszpenziójára, hogy meghatározza azok térbeli és időbeli eloszlását a helyitől regionális skáláig. E parametrizációt beépítette a KAMM/DRAIS/MADEsoot (Riemer et al. 2003) mezoskálájú modellrendszerbe. Amikor a 3D modellt alkalmazták, mérések hiányára hivatkozva számos paramétert becsülniük kellett.

Pasken és Pietrowicz (2005) a tölgy (*Quercus*) pollen szórását modellezte az MM5 légköri modell, valamint a HYSPLIT\_4 backtrajektória modell kombinációjával. A pollen emissziót nem kapcsolták össze a légköri feltételekkel. Az emisszió egységnyi területre jutó erőssége nem változott az idővel és a szélességgel. A pollen trajektóriák magyarázták a szedimentációt és a nedves ülepedést.

Schueler és Schlüntzen (2006) a METRAS mezoskálájú meteorológiai modellt alkalmazta a tölgy (*Quercus*) pollen eloszlásának kiszámítására. Összesen 15 db különböző pollen karakterisztikát építettek be a modellbe, majd szimulálták a polleneloszlást egy 200 km távolságig terjedő skálán. Megállapították, hogy a pollenkoncentráció az advekción, a turbulens diffúzió, a pollen emisszió, a szedimentáció és a pollen életképességének a függvénye. A modellben a pollen emissziót befolyásoló meteorológiai tényezőket vették figyelembe.

Sofiev et al. (2006) megállapította, hogy a diszperziós modellek alkalmasak a pollen transzport meghatározására. Ő a finn SILAM diszperziós modellt használta a 2002-2004 közötti időszak tavaszi periódusaiban a Finnország fölé érkező *Betula* pollen transzportjának a meghatározására. A modell szerint a légköri pollentranszportot az advekción, a száraz- és nedves ülepedés szabályozza. A modellbe betáplálták a mért koncentrációkat, majd egyrészt meghatározták a lehetséges forrásterületeket; másrészt kiszámították a pollentranszportot.

Vogel et al. (2008) és Zink et al. (2012) ugyanazt a parametrizációt alkalmazta a COSMO-ART numerikus időjárás-előrejelzési rendszerben a *Betula* pollen, illetve a parlagfűpollen emissziójának és transzportjának a szimulálására, utóbbit Közép-Európában. A Zink et al. (2012) által a szimulációkban használt 17 paraméter közül 11 db parlagfűpollen karakterisztika szerepel.

E modellek nagy előnye a statisztikai modellekkel szemben, hogy figyelembe veszik mind a meteorológiai feltételeknek megfelelő helyi kibocsátást és pollenszórást, mind pedig a nagytávolságú transzportot, míg a statisztikai modellek természetükből adódóan arra a területre korlátozódnak, amelyre azokat kifejlesztették.

Azonban a légköri transzport modellek rendszeres használata jelenleg korlátozott, mivel azok alkalmazásához a statisztikai modellekhez képest kiegészítő ismeretek szükségesek. Nem elegendő a mért pollenkoncentráció, mely megfelelő térbeli sűrűséggel áll rendelkezésre. Szükség van ezenkívül egyéb modell-függő pollen karakterisztikákra is. Pl.

a COSMO-ART modell (Zink et al., 2012) pollen parametrizációjának az összetevői a következők: a száraz parlagfű pollenszem sűrűsége; a száraz parlagfű pollenszem átmérője; az az időszak, melynek során a parlagfű virágzása megengedett a modellben; a parlagfű pollenszezónjának a hossza; a parlagfű levélfelületi indexe; a parlagfűpollen termelés; a parlagfű felső lombkoronája; a kis méretű növények korrekciós faktora; a parlagfűpollen emisszió hőmérsékleti küszöbértéke; a parlagfűpollen emisszió relatív nedvesség küszöbértéke; a parlagfűpollen emisszió szélsőérték küszöbértéke, valamint a meteorológiai paraméterek súlytényezői. Ezek az információk nem állnak rendelkezésre mindenütt a parlagfűre. Emiatt a parlagfű pollenszámok előrejelzésére ez esetben a megfelelő megoldás a statisztikai modellek alkalmazása (Skjøth et al., 2010). Természetesen hasonló problémák vetődnek fel a többi pollen esetében is.

Összességében megállapítható, hogy a légköri modellek alkalmasak a pollenszállítás és ülepedés utólagos szimulálására. Azonban a megbízható input adatok (pl. a növények eloszlása, a pollen emisszió jellemzői) hiánya nem teszi lehetővé az operatív jellegű előrejelzést.

#### Hivatkozás

- Helbig, N., Vogel, B., Vogel, H., Fiedler, F., 2004: Numerical modelling of pollen dispersion on the regional scale. *Aerobiologia*, 20, 3-19.
- Pasken R, Pietrowicz JA (2005) Using dispersion and mesoscale meteorological models to forecast pollen concentrations. *Atmospheric Environment*, 39, 7689-7701.
- Riemer N, Vogel H, Vogel B, Fiedler F (2003) Modelling aerosols on the mesoscale-g: treatment of soot aerosol and its radiative effects. *Journal of Geophysical Research*, 109, 4601. doi:10.1029/2003JD003448
- Schueler, S., Schlüntzen, K., 2006: Modeling of oak pollen dispersal on the landscape level with a mesoscale atmospheric model: *Environmental Modeling & Assessment*, 11, 179-194.
- Skjøth, C.A., Smith, M., Šikoparija, B., Stach, A., Myszkowska, D., Kasprzyk, I., Radišić, P., Stjepanovic, B., Hrga, I., Apatini, D., Magyar, D., Páldy, A., Ianovici, N., 2010: A method for producing airborne pollen source inventories: An example of Ambrosia (ragweed) on the Pannonian Plain: *Agricultural and Forest Meteorology*, 150, 1203-1210.
- Sofiev, M., Siljamo, P., Ranta, H., Rantio-Lehtimäki, A., 2006: Towards numerical forecasting of long-range air transport of birch pollen: theoretical considerations and a feasibility study. *International Journal of Biometeorology*, 50, 392-402.
- Vogel, H., Pauling, A., Vogel, B., 2008: Numerical simulation of birch pollen dispersion with an operational weather forecast system: *International Journal of Biometeorology*, 52(8), 805-814.
- Zink, K., Vogel, H., Vogel, B., Magyar, D., Kottmeier, C., 2012: Modeling the dispersion of Ambrosia artemisiifolia L. pollen with the model system COSMO-ART. *International Journal of Biometeorology*, 56, 669-680.

## 16. A 10. FEJEZETTEL KAPCSOLATOS DÓLT BETŰS, ITT FEL NEM SOROLT MEGJEGYZÉSEK MEGVÁLASZOLÁSA

A második alpontban a regresszióval és medián regresszióval kapott eredményeket összegzi. Ismét hangsúlyozni szeretném, hogy az előző napi pollenkoncentráció legfontosabb (legjobb) prediktorként való említése, ráadásul a variancia kevesebb, mint 50%-ának lefedésével a többi prediktor gyakorlati alkalmazhatóságát is negatívan minősíti. *Ha egy meteorológiai változónál a megmaradási prognózis a legjobb, akkor azt előrejelezhetetlennek szoktuk tartani.* Ez vonatkozik az időfüggő lineáris regresszióra. Valamivel jobb eredményeket ad lefedett variancia-hányad szempontjából (~65-70%) az időfüggő nem-paraméteres regresszió, de itt is a legjobb prediktor az előző napi pollenkoncentráció, azaz *a megmaradási prognózist a meteorológiai elemekkel való kapcsolatokon alapuló módszerek nem képesek lényegesen javítani.* Ezek után a medián és egyéb kvantilis regresszióval kapott eredmények bemutatása következik. A levont következtetések – bonyolultságuk ellenére – kevés predikciós értékkel rendelkeznek. A 22. és 23. ábrán csak találgatni lehet, hogy melyik az előző napi pollenszám (prediktor) és az aznapi érték (prediktandusz). *Nem teljesen értem*



„az évi ciklus” kifejezés magyarázatát. Mit jelent az, hogy elhagyjuk a prediktorokat a modellekből? Még egy ide kívánczó megjegyzés az, hogy miért csak a MAE és a RMSE került meghatározásra és a kiegészítőként jól használható ME nem? Így nem tudjuk, hogy alul-, vagy felülbecslésről van-e szó.

Nem értek egyet a Tisztelt Bírálóval. Egyrészt nincsen szó arról, hogy a „megmaradási prognózis” a legjobb. Meteorológiai információk figyelembevétele, igaz nem nagy mértékben, de javít a prognózison. Másrészt az a megfogalmazás is furcsa, hogy „ha egy meteorológiai változónál a megmaradási prognózis a legjobb, akkor azt előrejelezhetetlennek szoktuk tartani.”. Vegyünk pl. egy olyan elsőrendű autoregresszív folyamatot, amiben az autoregresszív paraméter (egylépéses autokorreláció) mondjuk 0,999. E folyamat egylépéses előrejelzése egyéb információk elhanyagolásával is gyakorlatilag tökéletes. A szinte tökéletes megmaradási prognózist produkáló folyamatot a Tisztelt Bíráló szerint mégis előrejelezhetetlennek kellene tekinteni. Ez számomra ellentmondás! E rövid gondolatmenet persze az extrém 0,999-es autokorrelációnál lényegesen szerényebb autokorrelációra is kiterjeszthető. Miért tekintenénk előrejelezhetetlennek egy olyan meteorológiai változót, ami olyan elsőrendű autoregresszív folyamattal írható le, amelyben az egylépéses autokorreláció mondjuk 0,7?

A legkisebb négyzetes módszerre visszavezethető regressziós típusú becsléseknél a becslés átlagos hibáját (ME-t) nincs értelme kiszámolni, mert az a módszerből fakadóan zérus. A medián regressziónál ME nyilván nem zérus, mert a feltételes medián nem egyezik meg a feltételes várható értékkel a pollenkoncentrációk aszimmetrikus valószínűségi eloszlása miatt. Nevezetesen, a pollenkoncentrációk lognormális eloszlása folytán ME szisztematikus alulbecslést jelezne. Ennek mértékét alapvetően befolyásolná az aszimmetria mértéke, aminek viszont nincs köze a medián regresszió sikerességéhez. A medián regresszió jóságát ugyanis nem ME méri, vagyis megint értelmetlen kiszámolni.

Az éves ciklus természetesen a pollenkoncentrációk átlagos évi menetét, azaz éves ciklusát jelenti. Az, hogy a prediktorokat (meteorológiai változók, előző napi pollenkoncentráció) elhagyjuk a modellből, azt jelenti, hogy a pollenkoncentrációt csak az éven belüli időpontok függvényeként közelítjük, tehát a koncentrációk átlagos évi menetét becsüljük. Az ezzel kapcsolatos adott napi pollenkoncentrációra vonatkozó becslés olyan becslés, ami az éves ciklusból kivett, adott napra vonatkozó átlagos koncentrációval történik. Az ebből képezett RMSE vagy MAE referenciaként szolgál a tényleges becsléshez tartozó RMSE vagy MAE számára. Ez azt a célt szolgálja, hogy az RMSE és MAE értékét az évi menettől megtisztított koncentrációk előrejelzésére vonatkoztassuk.

## 17. AZ IDŐJÁRÁSI VEKTOR-KLASZTEREK ÉS A BETEGSZÁMOK KÖZÖTTI KAPCSOLAT ÉRTELMEZÉSE, HA LEHETSÉGES

A következő fejezet, melynek címe „A légúti megbetegedések többváltozós analízise és kapcsolatuk a meteorológiai paraméterekkel, valamint a fő biológiai és kémiai légszennyezőkkel” (11) a címnek megfelelő komplex analízist. Az előbbi fejezetekhez hasonlóan a Bevezetés részletes áttekintést ad a légúti megbetegedések száma, valamint az azok egy növekvő hányadát kiváltó por- és pollenkoncentrációk növekedéséről az elmúlt években-évtizedekben Magyarországon. Ezen kívül itt kerül (ismét) kitűzésre a címben jelzett, elvégzendő komplex hatásvizsgálat. Először 5 meteorológiai elemről álló együttesek klaszterei és az ezen együttesekkel jellemzett napok betegszámai között keresett kapcsolatot a Szerző a variancia-analízis (ANOVA) segítségével, majd a Tukey-teszt segítségével kiválasztotta a szélsőségesen különböző betegszámot eredményező időjárási klaszterpárokat. A vizsgálatot külön-külön végezte el a parlagfű pollenszezonjára és a pollenmentes időszakra. Itt nem világos, hogy csak az Ambrosia pollenjére nézve negatív, vagy a teljesen



pollenmentes időszakról van-e szó. Tehát két klaszter-együttes vizsgálatára került sor, melyek közül az egyik 5, a másik 4 klaszterből állt. A maximális betegszámot eredményező időjárási klaszterek kiválasztása mindkét esetben megtörtént. *Magyarázatot ezen időjárás-betegszám kapcsolatokra nem kapunk/ nem lehetséges?* Ez után időkéséses hatásvizsgálatokról esik néhány szó, melyek célja a retardált hatások feltárása.

### **(1) A vizsgált időszak részletezése**

A biológiai (pollen) és a kémiai légszennyezőknek, valamint a meteorológiai változóknak a légúti betegségekre gyakorolt hatásával kapcsolatos vizsgálatot az 1999-2007 közötti 9 éves adatbázisra, s ezen belül két adatkészletre, nevezetesen az *Ambrosia* pollenszezonjára (július 15. – október 15.), valamint a pollenmentes időszakra (október 17. – január 13.) végeztem el. Az *Ambrosia* pollenszezonjában (július 15. – október 15.) két pollenváltozót vettem figyelembe: az *Ambrosia* pollent és ennek a komplementerét, s ez a változó az összes pollen mínusz az *Ambrosia* pollen.

### **(2) Az időjárás-betegszám kapcsolatok magyarázata**

Az időjárás-betegszám kapcsolatok bemutatása a dolgozat 11. fejezetében nem egy blokkban, hanem különböző alfejezetekben (11.2. Eredmények; 11.2.1. Cluster analízis és ANOVA; 11.2.3. Faktoranalízis speciális transzformációval; 11.2.4. Időfüggő többváltozós lineáris regresszió; 11.3. Elemzés és következtetések) megtörtént.

E kapcsolatok lehetséges magyarázata a szempontok kibővített körével és kiegészített irodalmi hivatkozásokkal a következő.

Az *Ambrosia* pollenszezonjára megállapítottam, hogy a napi átlagos betegszámok a 3. clusterben a legnagyobbak mindhárom életkor kategóriára, ami leginkább az *Ambrosia* pollen, illetve a többi pollen maximális, illetve átlagos napi koncentrációira vezethető vissza (14a. táblázat, 79. oldal). Ugyanakkor a 4. cluster szolgáltatja a legalacsonyabb betegszámokat. Ez a két pollenfajta, illetve a kémiai változók (az  $O_3$  kivételével) rendre mérsékelt, illetve alacsony koncentrációival magyarázható, melyekhez jelentősen hozzájárulhat az ebben a clusterben mért legnagyobb átlagos szélsőbesség (14a. táblázat, 79. oldal).

Ami a pollenmentes időszakot illeti, a legnagyobb betegszámok mindhárom életkor kategóriára a 4. clusterhez tartoznak. Ez a baktériumok és vírusok szaporodásához kedvező viszonylag magas hőmérséklettel, valamint az erős szelekkel magyarázható, melyek a levegő kiszárítása révén elősegítik a légutak gyulladásos megbetegedéseit. Az anticiklonális jellegű 3. cluster mutatja a legalacsonyabb betegszámokat mindhárom életkor kategóriára, ami valószínűleg a téli igen alacsony hőmérsékletekkel magyarázható, mely hozzájárul a légúti fertőzések csökkenéséhez (Strausz, 2003) (14b. táblázat, 79. oldal).

Az *Ambrosia* pollenszezonjában a meteorológiai változók közül csupán a globálsugárzás és a szélsőbesség mutat szignifikáns kapcsolatot a betegszámokkal mindhárom életkor kategóriára, ami összhangban van Freitas et al. (2010) eredményeivel. A globálsugárzás erősebb pozitív szerepe a betegszámokban ekkor azzal magyarázható, hogy az elősegíti a pollenszórását. Az idősebb betegeknél ez a kapcsolat bár szignifikáns, de gyengébb, ami az ő esetükben a szennyezés gyengülésével (hosszabb időlépcső) hozható kapcsolatba (15a. táblázat, 81. oldal). A szélsőbesség szerepe kettős, ugyanis egyrészt az erős szelek a kórházi betegszámok csökkenéséhez vezethetnek (Avino et al., 2004) azáltal, hogy a kémiai légszennyezők esetében mérsékelhetik a légszennyezettség koncentrációkat; másrészt elősegíthetik a levegő kiszáradását, ezáltal növelhetik a légúti betegségek számát (Nastos és Matzarakis, 2006). Ez utóbbi hatás nagyobb lehet a pollenmentes időszakban, mivel ott a szélsőbesség arányosan változik az idős betegek számával (15b. táblázat, 82. oldal).

Villeneuve et al. (2005) szerint a köd és az eső az asztma sürgősségi esetek számának növekedésével, míg a hó azok csökkenésével hozható kapcsolatba. Stallberg et al. (2003) a svéd asztmás betegek egy reprezentatív mintáján a betegek háziorvosaival telefonos és kérdőíves interjút készített. Arra a kérdésre, hogy mi okozza az asztmás tüneteket, 59%-uk a rossz időjárást jelölte meg.

Nyilvánvaló, hogy a magyarázó változóknak eltérő a hatása az év különböző szakaszaiban. Pl. a szélsébség fordítottan arányos a betegszámokkal az *Ambrosia* pollenszezonjában a szél légszennyezettség koncentrációkat mérséklő hatása miatt (Avino et al., 2004) (15a. táblázat, 81. oldal). Ugyanakkor a hideg pollenmentes időszakban a szélsébség alapvetően pozitív kapcsolatot jelez a légúti betegségekkel, különösen a gyenge immunrendszerrel rendelkező idős betegek számával, mivel azoknak a levegő kiszáradását elősegítő erős szelek iránti ismételt kitettség a légutak gyulladásához vezethet (15b. táblázat, 82. oldal; Strausz, 2003). Ezenkívül, a légúti betegségeket okozó baktériumok és vírusok működésének optimális feltételei eltérőek. Amíg pl. a tüdőgyulladást és egyéb légúti gyulladásokat előidéző *Mycoplasma bacteria* kedveli az alacsony relatív nedvességet (az *Ambrosia* pollenszezonja), addig a felső légúti fertőzéseket, valamint kötőhártyagyulladást okozó adenovírusok hatékonyabban fejtik ki a hatásukat magasabb relatív nedvesség mellett (pollenmentes időszak) (Makra et al., 2009; Matyasovszky et al., 2011).

A magyarázó változók, és a légúti betegségek száma közötti közvetlen kapcsolat meghatározását nehezíti további magyarázó változóknak a betegszámokra gyakorolt eltérő hatása a vizsgált időszakokban. Ilyen tipikus példák a hőmérséklet és a relatív nedvesség. Pl. az *Ambrosia* pollenszezonjában a hőmérséklet és a betegszámok között negatív (bár nem szignifikáns) kapcsolatot találtunk az idős betegekre a faktoranalízis segítségével (15a. táblázat, 81. oldal). Ezzel szemben a többi életkor kategóriára ebben az időszakban, valamint az összes korcsoportra a pollenmentes időszakban ez a kapcsolat pozitív. A belélegzett hideg levegő érszűkületet okoz a légutak nyálkahártyájában, ami elnyomja az immunválaszt, s ez utóbbi idézi elő a légúti fertőzések iránti megnövekedett érzékenységet (Ponka, 1991; Ashcroft, 2001; Hajat és Haines, 2002; Kotaniemi et al., 2002; Makie et al., 2002; Avendano et al., 2003; Hajat et al., 2004; Nastos és Matzarakis, 2006; Nastos et al., 2006; Mourtzoukou és Falagas, 2007; Alessandro, 2012). Másrészről a hőmérséklet növekedése is kapcsolatba hozható a légúti megbetegedésekkel, ugyanis a meleg levegő hozzájárul a légutakban található vírusok elszaporodásához (Kotaniemi et al., 2002; Omer et al., 2008). Ugyanakkor a hőmérséklet szerepe rendkívül összetett, amit jól illusztrál a valószínű SARS (*Severe Acute Respiratory Syndrome*) betegek és a napi középhőmérséklet közötti összefüggés. Tan et al. (2005) szignifikáns kapcsolatot talált a SARS esetek gyakorisága, valamint az esetek megjelenését megelőző hetedik nap középhőmérséklete között a SARS járvány kitörésének időszakában Hong Kong, Kanton, Peking és Taiyuan városokban. Ez a hétnapos időközösszhangban van a SARS vírus ismert lappangási periódusával. A SARS esetekhez kapcsolódó optimális hőmérséklet 16°C és 28°C közötti, ami a SARS vírus optimális fejlődésének a hőmérsékleti tartománya. A hőmérséklet éles emelkedése, vagy csökkenése egyaránt a SARS esetek számának növekedéséhez vezet, ami valószínűleg az időjárásváltozásnak az immunrendszerre gyakorolt hatásával magyarázható.

A relatív nedvesség mind negatív (Avino et al., 2004; Nastos et al., 2006), mind pozitív (a mi esetünkben nem szignifikáns) kapcsolatot jelezhet a betegszámokkal. A száraz levegővel szembeni ismételt kitettség a légutak összeszűküléséhez, és hiperreaktivitáshoz vezethet (Strausz, 2003). Továbbá az alacsony hőmérsékletek magas relatív nedvesség mellett kedveznek a vírusos légúti fertőzéseknek, amelyek erős szezonalitást mutatnak nagyobb betegszámokkal az év hideg szakában, illetve kisebb

kitettséggel nyáron (Sloan et al., 2011). Ugyanakkor a relatív nedvességgel egyidejűleg történő hőmérséklet emelkedés kapcsolatba hozható a betegszámoknak a légutakban található vírusok elszaporodásához köthető növekedésével (Omer et al., 2008). Azonban a helyzet valójában sokkal bonyolultabb, mivel a hőmérsékletet nyáron a globálisugárzás szabályozza, télen viszont a hőmérséklet alapvetően a Kárpát-medencét uraló légtömegek termikus sajátosságaitól függ (Bartzokas és Metaxas, 1995; Horváth et al., 2002; Sindosi et al., 2003; Makra et al., 2009; Matyasovszky et al., 2011).

Megjegyzendő azonban, hogy bizonyos kulturális/technikai feltételek befolyásolhatják az időjárás és a légúti megbetegedések kapcsolatát. Ilyen pl. a légkondicionáló kiterjedtebb használatának, valamint a kültéri levegőt kerülő, s egyre inkább a zárt térben zajló életforma eredményeként a szélsőséges időjárási feltételek iránti mérsékeltbb kitettség (Kalkstein és Davis, 1989).

## Hivatkozás

- Alessandro, A.P., 2012: Respiratory diseases in Greater Buenos Aires and meteorological variables. *Meteorological Applications*, 19, 79-90.
- Ashcroft, J., 2001: NHS Workload and the Weather. Report from the UK Meteorological Office by W. Bird.
- Avendano, C.L.F., Parra, V.J., Padilla, V.C., Palomino, M.M.A., 2003: The influence of respiratory virus infections and environmental conditions on pediatric health care demand during winter-2002 in Santiago, Chile. *Revista Medica de Chile*, 131, 902-908.
- Avendano, L.F., Céspedes, A., Stecher, X., Palomino, M.A., 1999: Influence of respiratory viruses, cold weather and air pollution in the incidence of lower respiratory tract infections in infants children. *Revista Medica de Chile*, 127, 1073-1078.
- Avino, P., De Lisio, V., Grassi, M., Lucchetta, M.C., Messina, B., Monaco, G., Petraccia, L., Quartieri, G., Rosentzweig, R., Russo, M.V., Spada, S., Valenzi, V.I., 2004: Influence of air pollution on chronic obstructive respiratory diseases: Comparison between city (Rome) and hillcountry environments and climates. *Annali di Chimica*, 94, 629-635.
- Bartzokas, A., Metaxas, D.A., 1995: Factor Analysis of Some Climatological Elements in Athens, 1931-1992: Covariability and Climatic Change. *Theoretical and Applied Climatology*, 52, 195-205.
- Freitas, M.C., Pacheco, A.M.G., Verburg, T.G., Wolterbeek, H.T., 2010: Effect of particulate matter, atmospheric gases, temperature, and humidity on respiratory and circulatory diseases' trends in Lisbon, Portugal. *Environmental Monitoring and Assessment*, 162, 113-121.
- Hajat, S., Bird, W., Haines, A., 2004: Cold weather and GP consultations for respiratory conditions by elderly people in 16 locations in the UK. *European Journal of Epidemiology*, 19, 959-968.
- Hajat, S., Haines, A., 2002: Associations of cold temperatures with GP consultations for respiratory and cardiovascular disease amongst the elderly in London. *International Journal of Epidemiology*, 31, 825-830.
- Horváth, Sz., Makra, L., Motika, G., 2002: An objective assessment of the connection between meteorological elements and the concentrations of the main air pollutants at Szeged, Hungary. *AMS Fourth Symposium on the Urban Environment and the 12<sup>th</sup> Joint Conference on the Applications of Air Pollution Meteorology with the Air and Waste Management Association*, Norfolk, USA, Proceedings, J4.3, J58-J59.
- Kalkstein, L.S., Davis, E., 1989: Weather and human mortality: an evaluation of demographic and interregional responses in the United States. *Annals of the Association of American Geographers*, 79, 44-64.
- Kotaniemi, J.T., Pallasaho, P., Sovijarvi, A.R.A., Laitinen, L.A., Lundback, B., 2002: Respiratory symptoms and asthma in relation to cold climate, inhaled allergens, and irritants: A comparison between northern and southern Finland. *Journal of Asthma*, 39, 649-658.
- Makie, T., Harada, M., Kinukawa, N., Toyoshiba, H., Yamanaka, T., Nakamura, T., Sakamoto, M., Nose, Y., 2002: Association of meteorological and day-of-the-week factors with emergency hospital admissions in Fukuoka, Japan. *International Journal of Biometeorology*, 46, 38-41.
- Makra, L., Tombacz, Sz., Eotvos, T., Kadocsa, E., 2009: Weather and Pollutants Related Incidence of Asthma and Rhinitis. *Epidemiology*, 20, S97-S98.
- Matyasovszky, I., Makra, L., Bálint, B., Guba, Z., Sümeghy, Z., 2011: Multivariate analysis of respiratory problems and their connection with meteorological parameters and the main biological and chemical air pollutants. *Atmospheric Environment*, 45, 4152-4159.
- Mourtzoukou, E.G., Falagas, M.E., 2007: Exposure to cold and respiratory tract infections. *International Journal of Tuberculosis and Lung Disease*, 11, 938-943.

- Nastos, P.T., Matzarakis, A., 2006: Weather impacts on respiratory infections in Athens, Greece. *International Journal of Biometeorology*, 50, 358-369.
- Nastos, P.T., Paliatatos, A.G., Priftis, K.N., Kaldellis, J.K., Panagiotopoulou-Gartagani, P., Tapratzi-Potamianou, P., Zachariadi-Xypolita, A., Kotsonis, K., Kassiou, K., Saxoni-Papageorgiou, P., 2006: The effect of weather types on the frequency of childhood asthma admissions in Athens, Greece. *Fresenius Environmental Bulletin*, 15, 936-942.
- Omer, S.B., Sutanto, A., Sarwo, H., Linehan, M., Djelantik, I.G.G., Mercer, D., Moniaga, V., Moulton, L.H., Widjaya, A., Muljati, P., Gessner, B.D., Steinhoff, M.C., 2008: Climatic, temporal, and geographic characteristics of respiratory syncytial virus disease in a tropical island population. *Epidemiology and Infection*, 136, 1319-1327.
- Ponka, A., 1991: Asthma and low-level air-pollution in Helsinki. *Archives of Environmental Health*, 46, 262-270.
- Sindosi, O.A., Katsoulis, B.D., Bartzokas, A., 2003: An objective definition of air mass types affecting Athens, Greece; the corresponding atmospheric pressure patterns and air pollution levels. *Environmental Technology*, 24, 947-962.
- Sloan, C., Moore, M.L., Hartert, T., 2011: Impact of Pollution, Climate and Sociodemographic Factors on Spatiotemporal Dynamics of Seasonal Respiratory Viruses. *CTS-Clinical and Translational Science*, 4, 48-54.
- Stallberg, B., Kronander, U.N., Olsson, P., Gottberg, L., Ronmark, E., Lundback, B., 2003: Living with asthma in Sweden - the ALMA study. *Respiratory Medicine*, 97, 835-843.
- Strausz, J., (ed.), 2003: *Asthma bronchiale*. Mediszer GlaxoSmithKline, Budapest
- Tan, J.G., Mu, L.N., Huang, J.X., Yu, S.Z., Chen, B.H., Yin, J., 2005: An initial investigation of the association between the SARS outbreak and weather: with the view of the environmental temperature and its variation. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 59, 186-192.
- Villeneuve, P.J., Leech, J., Bourque, D., 2005: Frequency of emergency room visits for childhood asthma in Ottawa, Canada: the role of weather. *International Journal of Biometeorology*, 50, 48-56.

## 18. A BETEGSZÁM-KÉMIAI LÉGSZENNYEZŐ ANYAG KONCENTRÁCIÓ KAPCSOLATOKNÁL NEM MAGYARÁZOTT NEGATÍV KORRELÁCIÓK LEHETSÉGES MAGYARÁZATA

A következőkben a betegek korcsoportjai és a pollinációs/pollenmentes időszakok teljes (meteorológiai, levegőkémiai és aerobiológiai (pollenszám) ható tényezők figyelembe vételével végzett) faktoranalízise eredményeinek leírása következik. A korábbiakban már említett „beforgatásos” módszer alkalmazásával az 1. faktor-vektorra centrált eredmények alapján Szerző azt kapta, hogy a pollenszezonban a döntő többséget jelentő felnőtt betegeknek a parlafü pollen és a PM10 porkoncentráció a legfontosabb ható tényezők. Összességében viszont a kémiai légszennyezők együttese a domináns hatású. Ez utóbbi igaz a pollenmentes szezonban is. *Nem értem a betegszám elnevezésű prediktor (valószínűleg valamely előző időszakra vonatkozó betegszám) előjelváltását a két korcsoport között. Általában a kémiai légszennyezőknél talált negatív előjelű korrelációk megértése nehézséget okoz számomra (pl. a CO, vagy az SO2 esetében. Kivétel az O3 esete, ahol a POA néven ismert negatív kapcsolat Szerző által adott kémiai magyarázatát hipotézisként elfogadom.*

Miután az *Ambrosia* pollenszezonjában a faktoranalízis és speciális transzformáció révén a megtartott faktorok összes súlyát a célmennyiséggel (betegszám) együtt egy faktorban egyesítettem, előállítottam az egyes magyarázó változóknak a célváltozó meghatározásában játszott fontossági sorrendjét. Mind a felnőtt, mind az idős betegek analízise ugyanarra az időszakra, vagyis az 1999-2007 közötti 9 éves időszak július 15. – október 15. közötti periódusára történt. Annak, hogy e két korcsoport célváltozóinak (betegszámok) az előjele eltérő, nincsen jelentősége. Csupán az azonos korcsoporton belül a szignifikáns magyarázó változóknak a célváltozóval való előjeles kapcsolata az érdekes.

Nemcsak én mutattam ki a dolgozatban negatív kapcsolatot a légszennyezettség koncentrációk és a légúti megbetegedések száma között, hanem más szerzőknél is előfordult. Stieb et al. (2000) a légszennyezettség, az aeroallergének, valamint a szív- és

légúti sürgősségi kórházi felvételek számának a kapcsolatát vizsgálta Kanadában. Negatív összefüggést tapasztalt az asztmás tünetekkel sürgősségi kórházi felvételre kerülők száma és az NO<sub>2</sub> koncentráció között. Simpson et al. (2005) a szennyezett levegővel való rövid tartamú érintettség és az ezzel összefüggő kórházi felvételek számának a kapcsolatát tanulmányozta. Megállapította, hogy az általa vizsgált négy város közül az egyikben a finom részecskék és az NO<sub>2</sub> koncentrációi szignifikáns negatív kapcsolatot jeleztek a kórházi felvételek számával. De Pablo et al. (2006) egyrészt az NO és CO koncentrációk, másrészt a légúti betegségek száma között Ávila-ban, illetve egyrészt az SO<sub>2</sub> és NO<sub>2</sub> koncentráció, másrészt a légúti betegségek száma között Leónban talált negatív kapcsolatot. Freitas et al. (2010) a 15 évesnél fiatalabbak körében szignifikáns negatív kapcsolatot tapasztalt egyrészt az SO<sub>2</sub> és NO<sub>2</sub> koncentrációk, másrészt az asztmás tünetek gyakorisága között. Mehta et al. (2013) az ötévesnél fiatalabb gyerekeknél a légszennyezettség koncentrációk, s a hatásukra fellépő alsó légúti fertőzések kórházi felvételei számának a kapcsolatát vizsgálta Ho Shi Minh városban (Vietnam). A csapadékos évszakban (május – október) negatív kapcsolatot talált a légszennyezettség koncentrációk és a kórházi felvételek száma között, ami – feltételezése szerint – a vírusfertőzések évszakai eltéréseire vezethető vissza. A 17. pontban **(AZ IDŐJÁRÁSI VEKTOR-KLASZTEREK ÉS A BETEGSZÁMOK KÖZÖTTI KAPCSOLAT ÉRTELMEZÉSE, HA LEHETSÉGES)** adott válaszómban írtam arról, hogy a relatív nedvesség mind negatív (Avino et al., 2004; Nastos et al., 2006), mind pozitív (a dolgozatban nem szignifikáns) kapcsolatot jelezhet a betegszámokkal. Továbbá említettem, hogy a felső légúti fertőzéseket, valamint kötőhártyagyulladást okozó adenovírusok hatékonyabban fejtik ki a hatásukat magasabb relatív nedvesség mellett. Vietnamban, a trópusokon valószínűleg vannak más – szintén hatékony – vírusok, melyek a csapadékos évszakban fejtik ki a hatásukat. S ez a hatás valószínűleg felülírja a légszennyezettség hatékony kimosódása miatt várható alacsonyabb légszennyezettség koncentrációk betegszámot mérséklő hatását.

A részecskék egészségre gyakorolt hatása függ a méretüktől, ugyanis a nagyobb méretű szemcsék megakadnak az orr nyálkahártyáján, míg a 2,5 µm-nél kisebb méretűek (PM<sub>2.5</sub>) a legveszélyesebbek, mivel azok bejuthatnak a tüdőbe, befolyásolhatják a vér oxigénnel történő frissítését, és gyulladást, illetve súlyos szövődményeket okozhatnak. Ezek a részecskék rátapadnak a pollenek felületére és magukat a polleneket is rendkívül allergénekké teszik (Just et al., 2007). Szoros összefüggés mutatható ki egyrészt az allergia, az asztma, illetve egyéb légzőszervi megbetegedések előfordulása, másrészt a kémiai légszennyezettség mértéke között. Az iparilag fejlett országokban a légúti megbetegedések számának jelentős növekedése a nagyvárosok levegőjében található kémiai légszennyező anyagok és a biológiai légszennyezők (elsősorban pollen) együttes hatásának tulajdonítható (Andersen et al., 2007; Magas et al., 2007). Megállapították, hogy egyrészt bizonyos pollenfajták és kémiai anyagok, másrészt a légúti megbetegedések közötti kapcsolat erősebb volt ahhoz képest, mint amikor külön vizsgálták akár a kémiai légszennyezőknek (Alves et al., 2010), akár a pollenfajtáknak (Díaz et al., 2007) a légúti megbetegedésekre gyakorolt hatását.

Ugyanakkor a részecskék egészségi hatása komplex, mivel azok humán következményeit a méretük mellett befolyásolja az összetételük is. Továbbá az is lehetséges, hogy a PM<sub>10</sub> maga kémiai reakciók mellékterméke, mely egyéb szennyezőanyagokat tartalmaz s ez utóbbi prekursorok a megbetegedések valódi okai (Alves et al., 2010).

A légszennyezettség koncentrációk és a légúti betegségek gyakorisága közötti kapcsolat feltárását számos tényező nehezíti. Ilyenek pl. a következők: (1) a légkörben található további vegyületek mérésének a hiánya, melyek a hagyományos légszennyezők mellett



szintén hatással lehetnek a szervezetre (pl. benzol, szulfátok); (2) a különböző méretű részecskék egészségi kockázatának az összehasonlításában rejlő nehézség, melyek egészségi hatása eltérő, különösen a légutak esetében; (3) a rögzített monitoring állomások által végrehajtott extrapolációk, melyek nem veszik figyelembe sem a járókelők mozgását, sem a beltéri légszennyezettség koncentrációkat; (4) a napi átlagos légszennyezettség koncentrációk becslése az időszakos csúcsok becslése helyett, mely utóbbiak még károsabb egészségi hatásokat produkálhatnak; valamint (5) a légszennyező anyagoknak a zavaró tényezőkkel, mint pl. a vírusos fertőzésekkel, vagy a dohányzással való kölcsönhatása megbecslésében rejlő nehézségek. Eredményeimet pl. nyilvánvalóan befolyásolja az a tény, hogy a háziorvosnál jelentkező, illetve a sürgősségi betegfelvételre kerülő egyének dohányosak-e, vagy sem. Azonban az ezzel kapcsolatos kiegészítő analízist nem végezhettem el, mivel dohányzással kapcsolatos adatok nem álltak rendelkezésre.

#### Hivatkozás

- Alves, C.A., Scotto, M.G., Freitas, M.C., 2010: Air Pollution and Emergency Admissions For Cardiorespiratory Diseases in Lisbon (Portugal). *Quimica Nova*, 33(2), 337-344.
- Andersen, Z.J., Wahlin, P., Raaschou-Nielsen, O., Scheike, T., Loft, S., 2007: Ambient particle source apportionment and daily hospital admissions among children and the elderly in Copenhagen. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*, 17(7), 625-636.
- de Pablo, F., López, A., Soriano, L.R., Tomás, C., Diego, L., González, M., Barrueco, M., 2006: Relationships of daily mortality and hospital admissions to air pollution in Castilla-León, Spain. *Atmósfera*, 19(1), 23-39.
- Díaz, J., Linares, C., Tobías, A., 2007: Short-term effects of pollen species on hospital admissions in the city of Madrid in terms of specific causes and age. *Aerobiologia*, 23(4), 231-238.
- Freitas, M.C., Pacheco, A.M.G., Verburg, T.G., Wolterbeek, H.T., 2010: Effect of particulate matter, atmospheric gases, temperature, and humidity on respiratory and circulatory diseases' trends in Lisbon, Portugal. *Environmental Monitoring and Assessment*, 162(1-4), 113-121.
- Just, J., Nikasinovic, L., Laoudi, Y., Grimfeld, A., 2007: Air pollution and asthma in children. *Revue Francaise d'Allergologie et d'Immunologie Clinique*, 47(3), 207-213.
- Magas, O.K., Gunter, J.T., Regens, J.L., 2007: Ambient air pollution and daily pediatric hospitalizations for asthma. *Environmental Science and Pollution Research*, 14(1), 19-23.
- Mehta, S., Ngo, L.H., Dzung, D.V., Cohen, A., Thach, T.Q., Dan, V.X., Tuan, N.D., Giang, L.T., 2013: Air pollution and admissions for acute lower respiratory infections in young children of Ho Chi Minh City. *Air Quality Atmosphere and Health*, 6, 167-179.
- Simpson, R., Williams, G., Petroeschevsky, A., Best, T., Morgan, G., Denison, L., Hinwood, A., Neville, G., 2005: The short-term effects of air pollution on hospital admissions in four Australian cities. *Australian and New Zealand Journal of Public Health*, 29(3), 213-221.
- Stieb, D.M., Beveridge, R.C., Brook, J.R., Smith-Doiron, M., Burnett, R.T., Dales, R.E., Beaulieu, S., Judek, S., Mamedov, A., 2000: Air pollution, aeroallergens and cardiorespiratory emergency department visits in Saint John, Canada. *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology*, 10(5), 461-477.

Ezek után az időfüggő többváltozós lineáris regressziós eredmények ismertetése következik. A betegszámoknak az előbbi magyarázó változók által megmagyarázott varianciája jóval kisebb az időskorúaknál, mint a felnőtt-korúaknál. Itt az ózon és a PM10 porkoncentráció mutat kiemelkedő megmagyarázott variancia-hányadot. Bemutatásra kerül a legfontosabb magyarázó változók regressziós együtthatóinak évi menete is, valamint a kémiai légszennyezők transzportjának szerepe. Általában véve az e fejezet végén adott elemzés egyike a dolgozat legszínvonalasabb részeinek.

## 19. A 19. ÉS 20. TÁBLÁZATOK RÉSZLEGES ÁTFEDÉSÉVEL KAPCSOLATOS MEGJEGYZÉS

A monográfiának is beillő disszertáció legutolsó fejezete „Az allergén pollenek trendjei Közép-Európában, Szeged példáján” címmel a jövő kilátásait latolgatja a pollenszennyezés és annak következményei terén, a közelmúltban bekövetkezett változások



alapján. A fejezetek szokásos struktúráját követve ez is egy irodalmi források említésében gazdag bevezetővel nyílik, mely a Szerző témában való tájékozottságát bizonyítja. Szerző az IPCC AR4 és a nemzetközi szakirodalmi források, valamint saját kutatások eredményeinek alapján a pollenszezon jellemzőinek a globális éghajlatváltozás nyomán várható regionális változásai feltérképezését jelöli meg a fejezet céljaként a Dél-Alföld térségére. 19 taxon pollenszezonjának jellemző adataiból állt a vizsgálati adatbázis biológiai része, míg a meteorológiai rész 7 meteorológiai adatból. *A trendbecslésre használt adatsorok kissé hosszabbak, 11 évesek (1997-2007), de nem érik el a standard éghajlati időskálát.* Az éves skálájú jellemzők trendjei közül a parlagfű, a fűfélék, a nyárfa és a csalán trendjei mutatják a növényfajok terjedésére és pollenszórására vonatkozó maximális trendeket. A szignifikáns értékeket (különböző szinteken a Mann-Kendall teszttel különítették el. Ezután a napi pollenszámokból származtatott évi összes pollenszámok trendjeit számították. *Nem teljesen értem, mi a különbség a 20. Táblázatban megjelenített ezen adatok és a 19. Táblázatban szereplő ugyanilyen adatok között.*

A standard éghajlati időskála említése nyilván arra utal, hogy a 11 év hosszúságú adatsor rövidnek tűnik statisztikailag megbízható trendek detektálására. Ez valóban így van, és éppen ezért ismertettem az értekezésben egy összetettebb, finomabb módszert. A 19. Táblázat, egyebek mellett, a hagyományos 11 db éves összpollenszám adaton alapuló trendelemzés eredményét mutatja be. A 20. táblázat a pollenszezon minden napjára külön-külön elvégzett napi lineáris trendekből számított évi összes pollenszám trendelemzésének eredményét mutatja be. Az adatszám itt is 11, de a pollenszezon minden napjára vonatkozóan. Éppen e két táblázat összehasonlítása jelzi a kidolgozott módszer előnyét.

## **A PARLAGFŰ POTENCIÁLIS VISSZAHÚZÓDÁSA A GLOBÁLIS FELMELEGEDÉS HATÁSÁRA**

Ezután a korábban említett meteorológiai (ill. Szerző által éghajlati változónak nevezett) mennyiségek lineáris kombinációja és a pollenkoncentrációk napi adataiban észlelhető trendek meredekségei közötti kapcsolat szorosságát vizsgálja a Szerző. Erre a célra használja a (bírálatomban is) már korábban említett MAM mérőszámot (Meyer, 2001). Rövid elemzés és közvetlen következtetések levonása következik (nyárfa, tiszafa, és csalán – szignifikáns évi összes pollenszám növekedés, nyárfa és diófa – évi csúcskoncentráció növekedés, szilfa – legnagyobb csökkenés) 30-ból 21 szignifikáns kapcsolat). *Érdekes, hogy a parlagfű esetében számos eredmény visszahúzódnál utal. Csak tán nem a jóteknony emberi beavatkozás (irtás) hatására?* Itt már Szerző tiszta ökológiai fejtegetésekbe is bocsátkozik, mint pl. az akácfá-ültetvények hatása a csalán produktivitására, stb. A rendkívül érdekes 22. Táblázatban foglalja össze a várható regionális klímaváltozás által veszélyeztetettnek (kipusztulónak: szil és hárs), arra nem érzékenynek, valamint az annak következtében terjeszkedőnek (invazívna, de nem feltétlenül idegen eredetűnek: parlagfű, nyárfa, egyes fűfélék, csalán) minősített növényfajtaakat. A 23. Táblázatban a pollenszezon-jellemző változások összehasonlítását mutatja be Szeged és Közép-Kelet Európa átlaga között. Ezzel ér véget a csaknem pontosan 100 oldalas elemzés.

Igen a tájhasználati változások szerepe kihathat a parlagfű állományára. Az elmúlt évtizedekben erre már a növényvédelmi hatóságok is sokkal jobban odafigyelnek. A bírságolás miatt a tisztítókaszálást, illetve a szükséges tarlóhántást sok gazda már önként, vagy kényszer hatására elvégzi. Ezen kívül a homokhátsági tájhasználati változások szerepe is fontos lehet. A parlagfű ugyanis csak fiatal parlagokon életképes, a hosszabb ideje felhagyott parlagokon az őshonos gyomnövények kiszorítják. Így a rendszerváltozás környékén felhagyott parlagok egy része már őshonos gyomokat tartalmazó gyeppé,

sokszor természetesebb homoki sztyepprétté alakult át a Homokhátságon, amiben nincs parlagfű. A parlagok jelentős részén jellemző az elmúlt 5-6 évben az erdősítés (akác, fehér nyár). A parlagfű az erdőkben sem életképes. Mára a Homokhátságon is beállt az a szántóarány, ami a lakosság létszámához és a piaci viszonyokhoz alkalmazkodott. Így újabb parlagosodás nem várható, de a szántók aránya sem nő tovább. Ily módon várhatóan a közeljövőben inkább stabilizálódni fog az a potenciális terület, ahol parlagfű egyáltalán előfordulhat.

A 13. fejezet, amely a **Végső következtetések** nevet viseli, az értekezés összefoglalását, lényegében az értekezés **Téziseit** tartalmazza. Az itt felsorolt eredmények:

### A MAKRA-PRÓBA ELNEVEZÉSÉVEL KAPCSOLATOS MEGJEGYZÉS

1. Az ún. Makra-próba alkalmazásával a parlagfű pollenszezon legfontosabb szakaszainak elkülönítése Szeged térségére. Én – mivel semmiféle külső hivatkozást nem találtam a matematikailag korrekt, jelentéktelenül módosított t-próbával azonos „Makra-próbára” – értelmetlen szerénytelenségnek vélem az elnevezés használatát. Egy nem matematikus szakembertől ez a módosítás szép eredmény, és Jelöltnek a „felfedezés” öröme okozta lelkesültségével magyarázom a nem túl szerencsés elnevezés használatát. Lehetett volna az elnevezés *részmintás t-próba*, vagy valami ilyesmi.

Tudomásom szerint – a hazai szakirodalmat, illetve az SCI-t is átnézve – mások eddig még nem alkalmazták a Makra-próbát, illetve nem hivatkoztak rá. Maga az elnevezés azoktól a kollégáimtól származik, akikkel a társszerzésben írt cikkeinkben az eljárást alkalmaztuk. Az igazsághoz hozzátartozik, hogy nem tiltakoztam az elnevezés ellen.

### A MAHALANOBIS METRIKA ALKALMAZÁSÁNAK CÉLSZERŰSÉGE

2. A 3D inverz trajektóriák módszerének alkalmazásával a legfontosabb parlagfű pollen forrásterületek meghatározása a fenti térségre, valamint a különböző távolságú pollenszállítások relatív súlyainak meghatározása (heurisztikus módszerrel). *Az itt alkalmazott klaszter-analízis során Szerzőnek a Mahalanobis-metrika alkalmazásával kapcsolatban tett megjegyzését annak matematikai módszertani tisztázó szerepével kapcsolatban nem értem.*

Két megfigyelés közötti távolságot általában azok euklideszi távolságának a négyzetével határozzuk meg:

$$D_{kl}^2 = \sum_{i=1}^m (x_{ki} - x_{li})^2, \quad (4.14.)$$

ahol  $x_{ki}$  a k-adik megfigyelés  $i$ -edik dimenziója, és  $x_{li}$  az  $l$ -edik megfigyelés  $i$ -edik dimenziója (Anderberg, 1973; Kalkstein et al., 1987; Hair et al., 1998; Sindosi et al., 2003).

A dolgozatban a nem-hierarchikus clusteranalízist alkalmaztam a k-közép algoritmussal, s az euklideszi helyett a Mahalanobis metrikát használtam két elem hasonlóságának a meghatározására (Mahalanobis, 1936), amely a megfigyelés vektor komponensei közötti statisztikai kapcsolatot is figyelembe veszi a vektor kovariancia mátrixán keresztül.

Amikor képezzük a (4.14.) egyenletet, akkor az  $\mathbf{x}$  megfigyelés koordinátái korrelálhatnak egymással. Ekkor az a közös információhányad, ami több koordinátában is benne van (a korreláltság révén), többszörösen fog szerepelni a  $D^2$  kialakításában. Ezt a nemkívánatos hatást küszöböli ki a Mahalanobis távolság. Sőt, ha a koordináták között

nincs is korreláció, de eltérő a szórásuk, akkor a  $D^2$  értékében azok a koordináták fognak dominálni, amelyeknek nagy a szórásuk. Ez baj, mert az is fontos koordináta lehet, amelyiknek kicsi a szórása. A Mahalanobis távolság tehát közös szintre hozza a koordinátákat, azaz egyforma fontosak lesznek.

Az, hogy a koordinátáknak egyforma súlya legyen, azaz egyforma legyen a szórásuk, azért fontos, mert pl. ha valamely időlépcsővel korábbi trajektória pontnak nagy a szórása, akkor ez a trajektória pont dominál az euklideszi távolságban. Pl. minél távolabb vagyunk a trajektória beérkezési pontjától, annál jobban szóródnak egymástól földrajzilag ezek a sok időlépcsővel korábbi trajektória pontok.

A Mahalanobis metrika alkalmazása: Az eredeti adatokon főkomponens elemzést hajtunk végre, majd a kapott főkomponenseket standardizáljuk, és ezekkel az új változókkal számítjuk ki az euklideszi metrikát. Erre azért volt szükség, mert az általam használt statisztikai programcsomag (és általában mások sem) nem kínálja föl a Mahalanobis távolságot, ezért azt a főkomponens elemzésen keresztül visszavezetem az Euklideszi távolságra.

#### Hivatkozások

- Anderberg, M.R., 1973: Cluster Analysis for Applications. Academic Press, New York, 353 p.
- Hair, J.F., Anderson, R.E., Tatham, R.L., Black, W.C., 1998: Multivariate data analysis. 730 p, Prentice Hall (5<sup>th</sup> ed), New Jersey
- Kalkstein, L.S., Tan, G., Skindlov, J.A., 1987: An evaluation of three clustering procedures for use in synoptic classification. Journal of Climate and Applied Meteorology, 26, 717-730.
- Mahalanobis, P.C., 1936: On the generalized distance in statistics. Proceedings of the National Institute of Sciences of India, 2(1), 49-55.
- Sindosi, O.A., Katsoulis, B.D., Bartzokas, A., 2003: An objective definition of air mass types affecting Athens, Greece; the corresponding atmospheric pressure patterns and air pollution levels. Environmental Technology, 24, 947-962.

## A CONVHULL KONVEX BUROK KÉSZÍTŐ ALGORITMUS HASZNÁLATÁNAK GYAKORISÁGA

A convhull konvex burok készítő algoritmus jól ismert, sokszor alkalmazott, legfeljebb az adott kontextusban számít újszerűnek. Egyébként a sorból kilógó szinguláris trajektóriák (outlierek) miatt általában túl nagyok adódó konvex burkok nem túl jellemzőek, felülbecsülik az átlagos transzport távolságot. Hála Istennek Szerző a szállítási távolságok heurisztikus becslésében a realizmus talaján maradt.

Valóban, a convhull algoritmust igen elterjedten alkalmazzák számos tudományterületen, azonban ez az első pollenklimatológiai alkalmazása.

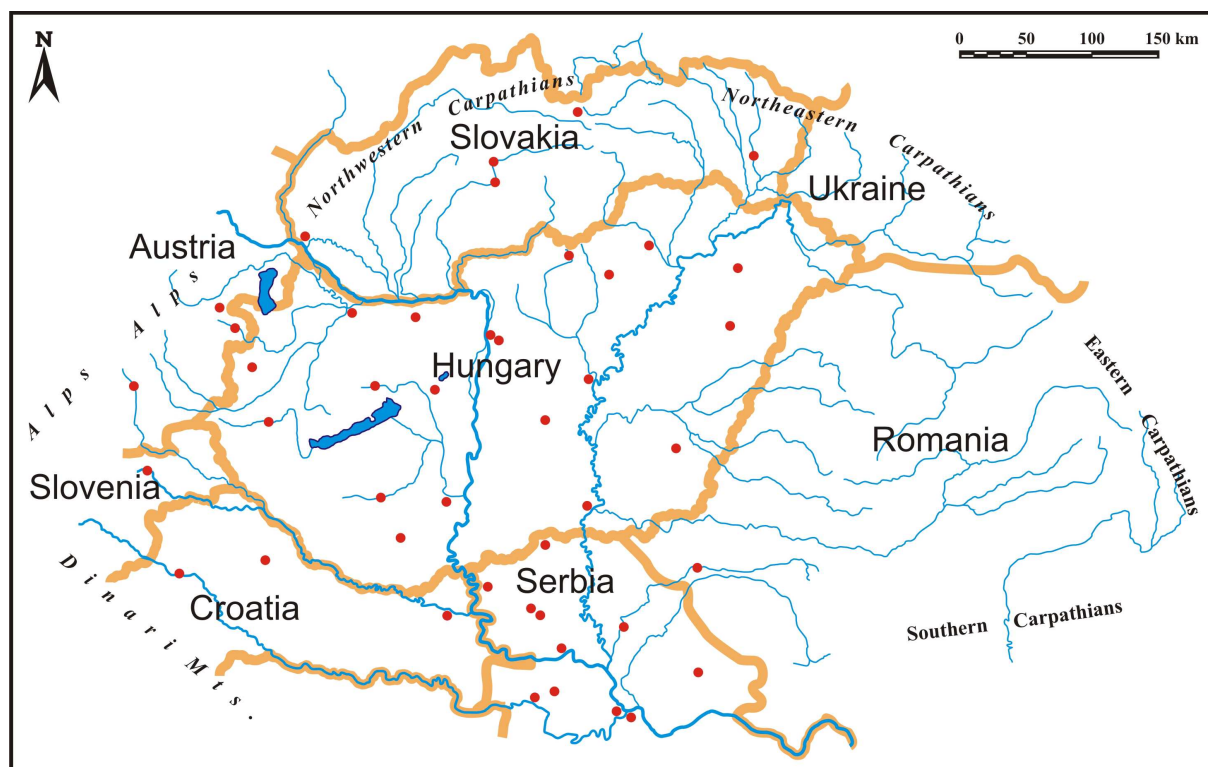
## AZ OBJEKTÍV, ÉS A PÉCZELY FÉLE ÚN. SZUBJEKTÍV IDŐJÁRÁSI TÍPUSOK ÉS A SZEGEDI POLLENKONCENTRÁCIÓK STATISZTIKAI KAPCSOLATA KÍSÉRLETÉNEK A SIKERESSÉGE; A KÖZEPES TÁVOLSÁGÚ (1-100 KM-IG TERJEDŐ TRANSZPORT SKÁLA) FELETTI SKÁLÁK RÉSZESEDÉSÉNEK A KÉRDÉSE A HELYI POLLENKONCENTRÁCIÓK KIALAKÍTÁSÁBAN

3. A tengerszintre redukált, reanalízisből (ERA40) származó, rácshálózaton adott (gridded) légnyomási mezők klaszterezése alapján elkészített ún. objektív, és a Péczely féle ún. szubjektív időjárási típusok és a szegedi pollenkoncentrációk statisztikai kapcsolatba hozására tett, véleményem szerint mérsékelt sikerű kísérlet. *Kételyeimet arra az előző pontban leírt eredményre alapozom, mely szerint a közepes távolságú (1-100 km-ig terjedő transzport skála) feletti skálák nem nagyon részesednek a helyi pollenkoncentrációk kialakításában. Ezt megerősíti, hogy Szeged a kontinentális maximum-koncentráció (Újvidék) közvetlen közelében van, s a maximumhoz a légköri szállítás általános szabályai (fizikai törvényei) szerint „nem szokás” még hozzászállítani. Még egy dolog az, hogy az eredmények*

ellentmondásosak és gyakorlati értékük is csekély, hiszen a helyi meteorológiai tényezőkkel való kapcsolat bír a legnagyobb használati értékkel. Ha nagyobb térségre tekintünk is ki, akkor is elég lett volna egy releváns korlátos tartományú előrejelzési modell tartományát, ill. ennek időjárási helyzetét figyelembe venni.

Ahhoz, hogy Szeged parlagfűpollen szórása milyen mértékű a világszerte a legnagyobb parlagfűpollen koncentrációkat produkáló Kárpát-medencében (Pannon-medencében), elkészítettük a Kárpát-medence első, valós adatokon alapuló parlagfűpollen térképét (9-10. ábra). (ÁNTSZ Aerobiológiai Hálózata; European Aeroallergen Network Pollen Database; <https://ean.polleninfo.eu/ean>; [www.polleninfo.org](http://www.polleninfo.org)).

Szeged a Kárpát-medence kiemelkedően a legmagasabb napi parlagfűpollen koncentrációkat felmutató középső részén, egy dél-délnyugat-északkeleti feldúsulási sávban található (9-10. ábra). Szeged e feldúsulási sáv keleti peremén, a Szegeden és Újvidéken áthaladó 250 pollenszem / m<sup>3</sup> levegő napi pollenkoncentrációt mutató izovonal mentén helyezkedik el. Ugyanakkor e sáv tengelyében Zombor, Kecskemét és Nyíregyháza 350 pollenszem / m<sup>3</sup> levegő napi pollenkoncentrációt is meghaladó értékekkel rendelkezik. Közülük Zombor és a tőle délnyugatra eső területek, továbbá a Kecskemétől kissé északra húzódó területek Szegedtől alig több mint 100 km-re találhatók, valamint Északkelet-Magyarország, melyet Nyíregyháza állomása reprezentál, kb. 270 km-re esik Szegedtől (10. ábra). Tehát a 100 km-en túli, e távolságot nem túlságosan meghaladó – s ily módon a nagytávolságú pollentranszport forrásterületeinek minősülő – régióknak a Szegedét kb. 100 pollenszem / m<sup>3</sup> levegő értékkel túllépő napi pollenkoncentrációja a nagytávolságú pollentranszport révén jelentősen hozzájárulhat a szegedi pollenkoncentrációkhoz (9-10. ábra).

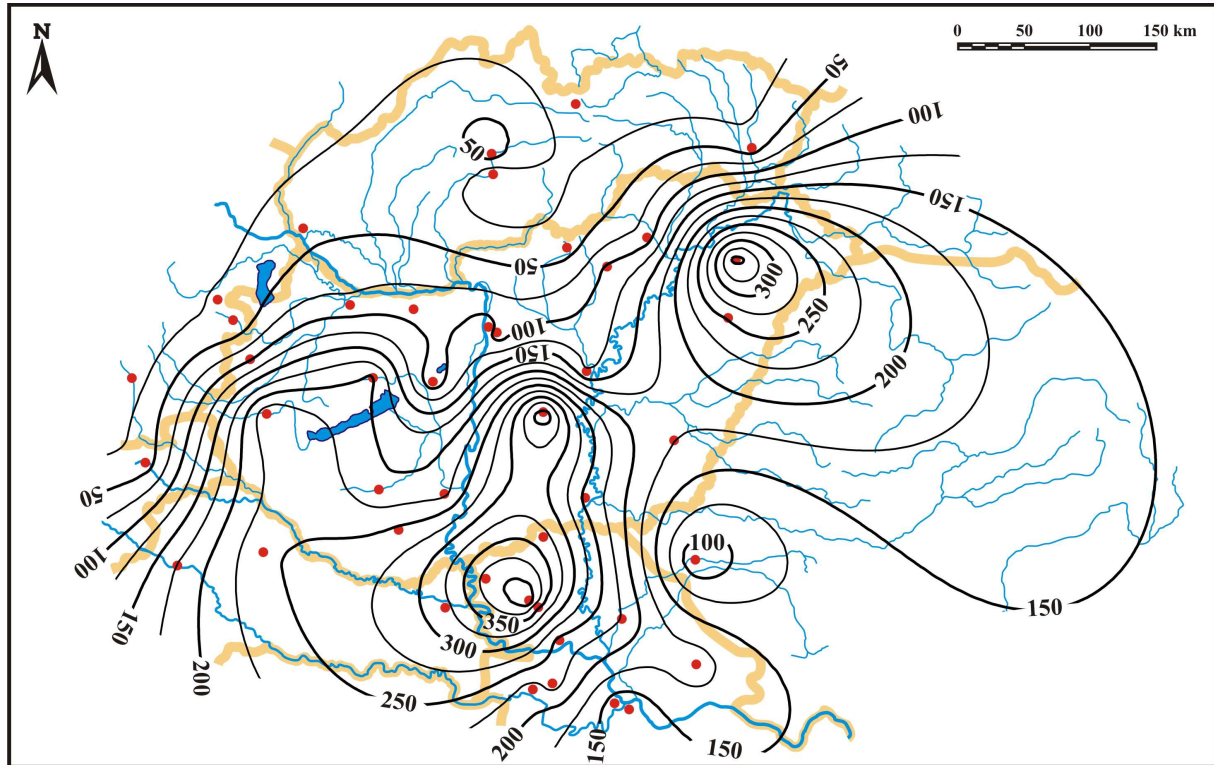


9. ábra

A Kárpát-medence parlagfűpollen koncentrációt mérő állomásai közül azok (44 db) földrajzi eloszlása, melyek rendelkeznek adatokkal a vizsgált időszakból (augusztus 20. – szeptember 3, 1995-2010). (Vízszintes tengely: földrajzi hosszúság, fok; függőleges tengely: földrajzi szélesség, fok) (European Aeroallergen Network Pollen Database és az ÁNTSZ Aerobiológiai Hálózata; [www.polleninfo.org](http://www.polleninfo.org); <https://ean.polleninfo.eu/ean>)



Másrészt, ha feltesszük, hogy a parlagfűpollen koncentráció a Kárpát-medencében homogén és izotróp, akkor a nagytávolságú transzport révén Szeged fölé érkező parlagfű pollen nem változtatja meg a Szegeden mért parlagfűpollen koncentrációt, csak a lokális pollenkoncentrációt is magába foglaló mezoskálájú transzport, illetve a nagyskálájú pollentranszport arányai módosulnak.



10. ábra

**Az első, valós adatokon alapuló parlagfűpollen koncentráció térkép, Kárpát-medence.**

A napi parlagfűpollen koncentráció térbeli eloszlása a szegedi csúcs koncentráció (augusztus 20. – szeptember 3, 1995-2010) időszakában. (Vízszintes tengely: földrajzi hosszúság, fok; függőleges tengely: földrajzi szélesség, fok) (European Aeroallergen Network Pollen Database és az ÁNTSZ Aerobiológiai Hálózata; [www.polleninfo.org](http://www.polleninfo.org); <https://ean.polleninfo.eu/ean>) Az izovonalak szerkesztése a GOLDEN SOFTWARE SURFER 7.0 programmal, a standard kriging módszer segítségével történt.

A 9-10. ábrán bemutatott térképek, s az általuk közölt információk mind újak számítanak a szakirodalomban, melyeket egy következő publikációmban fogom megjelentetni.

**Hivatkozás**

ÁNTSZ Aerobiológiai Hálózata  
European Aeroallergen Network Pollen Database

<https://ean.polleninfo.eu/ean>;  
[www.polleninfo.org](http://www.polleninfo.org))

Az alkalmazott többféle regressziós módszer sikeressége a Szegedi térség pollenkoncentrációjának statisztikai előrejelzésére; az alkalmazott csapadékos nap – nem-csapadékos nap elkülönítés előrejelzésének megbízhatósága egy pontra (pl. Szeged); mit jelent az évi ciklus előrejelzés?

4. Többféle regressziós módszert: időfüggő lineáris regressziót és időfüggő (retardált) nem-paraméteres regressziót, medián és kvantilis regressziót alkalmazó statisztikai előrejelzések készítése a Szeged térségi pollenkoncentrációra. Az eredmények itt is a

módszerek mérsékelt sikerességéről tanúskodnak. Én a magam szubjektív mércéjén csupán a nem-paraméteres medián regressziós eredményeket tartom gyakorlati értékűnek a MAE értékek alapján. *Felmerül a kérdés, hogy a számításoknál használt csapadékos nap - nem csapadékos nap elkülönítés előrejelzése mennyire megbízható egy pontra, mint pl. Szeged. Mit jelent az évi ciklus előrejelzés? (13. Táblázat). Lehet, hogy én olvastam felületesen, de nem találtam meg a definícióját.*

**(1) A csapadékos nap, nem-csapadékos nap elkülönítés előrejelzésének a megbízhatósága Szegedre, mint egy pontra**

Nem vagyok szinoptikus szakember, így nincs pontos képem a csapadék előrejelzés sikerességéről. Szubjektív tapasztalatom szerint a frontokhoz kötődő csapadék-egzisztencia (van vagy nincs csapadék) beválása meglehetősen jó. Erős anticiklonális helyzetben ellenben nyilván nem várható csapadék. A fő problémát a közöttek helyzetek jelentik, amikor a lokális konvektív csapadék-egzisztencia előrejelzése bizonytalan. Azt tudom elképzelni, hogy a csapadék szempontjából erősen kérdéses napokra a pollenkoncentráció becslése csapadékos és csapadékmentes napként is elkészül, és így egy intervallumot kapunk a várható koncentrációra.

**(2) Az évi ciklus előrejelzés**

Az évi ciklus a pollenkoncentrációk átlagos évi menetét jelenti. Az ezzel kapcsolatos adott napi pollenkoncentrációra vonatkozó „előrejelzés” (ami persze nem is előrejelzés) olyan becslés, ami az éves ciklusból kivett, adott napra vonatkozó átlagos koncentrációval történik. Az ebből képzett RMSE, vagy MAE referenciaként szolgál a tényleges becsléshez tartozó RMSE, vagy MAE számára.

**KÉTSÉGES ÉS NEHEZEN INDOKOLHATÓ EREDMÉNYEK, KÜLÖNÖSEN A BETEGSZÁMOKNAK A MAGYARÁZÓ VÁLTOZÓKKAL VALÓ NEGATÍV KAPCSOLATA**

5. A légúti megbetegedések többváltozós analízise, a meteorológiai paraméterek, a kémiai légszennyező-koncentrációk és a pollenkoncentrációk (összes és Ambrosia) függvényében. Ezt a részt, mint korábban is kifejtettem, módszertanilag korrektnek, és interdiszciplináris, hasznos és új eredményeket szolgáltatónak tartom (köznapi nyelven, ez tetszett), annak ellenére, hogy, *mint minden statisztikai elemzés, ez is számos kétséges, nehezen indokolható és ezért nem feltétlenül helyes indoklású eredményt adott. Újszerű a bevont prediktor változók nagy száma és dicséretes az itt adott mértéktartó, de mégis magyarázatra törekvő elemzés.*

A fenti kérdést a 18. pontban **(A BETEGSZÁM-KÉMIAI LÉGSZENNYEZŐ ANYAG KONCENTRÁCIÓ KAPCSOLATOKNÁL NEM MAGYARÁZOTT NEGATÍV KORRELÁCIÓK LEHETSÉGES MAGYARÁZATA)** már megválasztam. A választ az alábbiakban bemásolom.

Miután az *Ambrosia* pollenszezonjában a faktoranalízis és speciális transzformáció révén a megtartott faktorok összes súlyát a célmennyiséggel (betegszám) együtt egy faktorban egyesítettem, előállítottam az egyes magyarázó változók a célváltozó meghatározásában játszott fontossági sorrendjét. Mind a felnőtt, mind pedig az idős betegek analízise ugyanarra az időszakra, vagyis az 1999-2007 közötti 9 éves időszak július 15. – október 15. közötti periódusára történt. Annak, hogy e két korcsoport célváltozóinak (betegszámok) az előjele eltérő, nincsen jelentősége. Csupán az azonos



korcsoporton belül a szignifikáns magyarázó változóknak a célváltozóval való előjeles kapcsolata az érdekes.

Nemcsak én mutattam ki a dolgozatban negatív kapcsolatot a légszennyezettség koncentrációk és a légúti megbetegedések száma között, hanem az más szerzőknél is előfordult. Stieb et al. (2000) a légszennyezettség, az aeroallergének, valamint a szív- és légúti sürgősségi kórházi felvételek számának a kapcsolatát vizsgálta Kanadában. Negatív összefüggést tapasztalt az asztmás tünetekkel sürgősségi kórházi felvételre kerülők száma és az NO<sub>2</sub> koncentráció között. Simpson et al. (2005) a szennyezett levegővel való rövid tartamú érintettség és az ezzel összefüggő kórházi felvételek számának a kapcsolatát tanulmányozta. Megállapította, hogy az általa vizsgált négy város közül az egyikben a finom részecskék és az NO<sub>2</sub> koncentrációi szignifikáns negatív kapcsolatot jeleztek a kórházi felvételek számával. De Pablo et al. (2006) egyrészt az NO és CO koncentrációk, másrészt a légúti betegségek száma között Ávila-ban, illetve egyrészt az SO<sub>2</sub> és NO<sub>2</sub> koncentráció, másrészt a légúti betegségek száma között Leónban talált negatív kapcsolatot. Freitas et al. (2010) a 15 évesnél fiatalabbak körében szignifikáns negatív kapcsolatot tapasztalt egyrészt az SO<sub>2</sub> és NO<sub>2</sub> koncentrációk, másrészt az asztmás tünetek gyakorisága között. Mehta et al. (2013) az ötévesnél fiatalabb gyerekeknél a légszennyezettség koncentrációk, s a hatásukra fellépő alsó légúti fertőzések kórházi felvételei számának a kapcsolatát vizsgálta Ho Shi Minh városban (Vietnam). A csapadékos évszakban (május – október) negatív kapcsolatot talált a légszennyezettség koncentrációk és a kórházi felvételek száma között, ami – feltételezése szerint – a vírusfertőzések évszaksos eltéréseire vezethető vissza. A 17. pontban **(AZ IDŐJÁRÁSI VEKTOR-KLASZTEREK ÉS A BETEGSZÁMOK KÖZÖTTI KAPCSOLAT ÉRTELMEZÉSE, HA LEHETSÉGES)** adott válaszomban írtam arról, hogy a relatív nedvesség mind negatív (Avino et al., 2004; Nastos et al., 2006), mind pedig pozitív (a dolgozatban nem szignifikáns) kapcsolatot jelezhet a betegszámokkal. Továbbá említettem, hogy a felső légúti fertőzéseket, valamint kötőhártyagyulladást okozó adenovírusok hatékonyabban fejtik ki a hatásukat magasabb relatív nedvesség mellett. Vietnamban, a trópusokon valószínűleg vannak más – szintén hatékony – vírusok, melyek a csapadékos évszakban fejtik ki a hatásukat. S ez a hatás valószínűleg felülírja a légszennyezettség hatékony kimosódása miatt várható alacsonyabb légszennyezettség koncentrációk betegszámot mérséklő hatását.

A részecskék egészségre gyakorolt hatása függ a méretüktől, ugyanis a nagyobb méretű szemcsék megakadnak az orr nyálkahártyáján, míg a 2,5 µm-nél kisebb méretűek (PM<sub>2.5</sub>) a legveszélyesebbek, mivel azok bejuthatnak a tüdőbe, befolyásolhatják a vér oxigénnel történő frissítését, és gyulladást, illetve súlyos szövödményeket okozhatnak. Ezek a részecskék rátapadnak a pollenek felületére és magukat a polleneket is rendkívül allergénekké teszik (Just et al., 2007). Szoros összefüggés mutatható ki egyrészt az allergia, az asztma, illetve egyéb légzőszervi megbetegedések előfordulása, másrészt a kémiai légszennyezettség mértéke között. Az iparilag fejlett országokban a légúti megbetegedések számának jelentős növekedése a nagyvárosok levegőjében található kémiai légszennyező anyagok és a biológiai légszennyezők (elsősorban pollen) együttes hatásának tulajdonítható (Andersen et al., 2007; Magas et al., 2007). Megállapították, hogy egyrészt bizonyos pollenfajták és kémiai anyagok, másrészt a légúti megbetegedések közötti kapcsolat erősebb volt ahhoz képest, mint amikor külön vizsgálták akár a kémiai légszennyezőknek (Alves et al., 2010), akár a pollenfajtáknak (Díaz et al., 2007) a légúti megbetegedésekre gyakorolt hatását.

Ugyanakkor a részecskék egészségi hatása komplex, mivel azok humán következményeit a méretük mellett befolyásolja az összetételük is. Továbbá az is lehetséges, hogy a PM<sub>10</sub> maga kémiai reakciók mellékterméke, mely egyéb

szennyezőanyagokat tartalmaz s ez utóbbi prekursorok a megbetegedések valódi okai (Alves et al., 2010).

A légszennyezettség koncentrációk és a légúti betegségek gyakorisága témakörével kapcsolatos tanulmányok hatékonyságát számos tényező korlátozza. Ilyenek pl. a következők: (1) a légkörben található további vegyületek mérésének a hiánya, melyek a hagyományos légszennyezők mellett szintén hatással lehetnek a szervezetre (pl. benzol, szulfátok); (2) a különböző méretű részecskék egészségi kockázatának az összehasonlításában rejlő nehézség, melyek egészségi hatása eltérő, különösen a légutak esetében; (3) a rögzített monitoring állomások által végrehajtott extrapolációk, melyek nem veszik figyelembe sem a járókelők mozgását, sem a beltéri légszennyezettség koncentrációkat; (4) a napi átlagos légszennyezettség koncentrációk becslése az időszakos csúcsok becslése helyett, mely utóbbiak még károsabb egészségi hatásokat produkálhatnak; valamint (5) a légszennyező anyagoknak a zavaró tényezőkkel, mint pl. a vírusos fertőzésekkel, vagy a dohányzással való kölcsönhatása megbecslésében rejlő nehézségek. Eredményeimet pl. nyilvánvalóan befolyásolja az a tény, hogy a háziorvosnál jelentkező, illetve a sürgősségi betegfelvételre kerülő egyének dohányosak-e, vagy sem. Azonban az ezzel kapcsolatos kiegészítő analízist nem végezhettem el, mivel dohányzással kapcsolatos adatok nem álltak rendelkezésre.

#### Hivatkozás

- Alves, C.A., Scotto, M.G., Freitas, M.C., 2010: Air Pollution and Emergency Admissions For Cardiorespiratory Diseases in Lisbon (Portugal). *Quimica Nova*, 33(2), 337-344.
- Andersen, Z.J., Wahlin, P., Raaschou-Nielsen, O., Scheike, T., Loft, S., 2007: Ambient particle source apportionment and daily hospital admissions among children and the elderly in Copenhagen. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*, 17(7), 625-636.
- de Pablo, F., López, A., Soriano, L.R., Tomás, C., Diego, L., González, M., Barrueco, M., 2006: Relationships of daily mortality and hospital admissions to air pollution in Castilla-León, Spain. *Atmósfera*, 19(1), 23-39.
- Díaz, J., Linares, C., Tobías, A., 2007: Short-term effects of pollen species on hospital admissions in the city of Madrid in terms of specific causes and age. *Aerobiologia*, 23(4), 231-238.
- Freitas, M.C., Pacheco, A.M.G., Verburg, T.G., Wolterbeek, H.T., 2010: Effect of particulate matter, atmospheric gases, temperature, and humidity on respiratory and circulatory diseases' trends in Lisbon, Portugal. *Environmental Monitoring and Assessment*, 162(1-4), 113-121.
- Just, J., Nikasinovic, L., Laoudi, Y., Grimfeld, A., 2007: Air pollution and asthma in children. *Revue Francaise d'Allergologie et d'Immunologie Clinique*, 47(3), 207-213.
- Magas, O.K., Gunter, J.T., Regens, J.L., 2007: Ambient air pollution and daily pediatric hospitalizations for asthma. *Environmental Science and Pollution Research*, 14(1), 19-23.
- Mehta, S., Ngo, L.H., Dzung, D.V., Cohen, A., Thach, T.Q., Dan, V.X., Tuan, N.D., Giang, L.T., 2013: Air pollution and admissions for acute lower respiratory infections in young children of Ho Chi Minh City. *Air Quality Atmosphere and Health*, 6, 167-179.
- Simpson, R., Williams, G., Petroeschevsky, A., Best, T., Morgan, G., Denison, L., Hinwood, A., Neville, G., 2005: The short-term effects of air pollution on hospital admissions in four Australian cities. *Australian and New Zealand Journal of Public Health*, 29(3), 213-221.
- Stieb, D.M., Beveridge, R.C., Brook, J.R., Smith-Doiron, M., Burnett, R.T., Dales, R.E., Beaulieu, S., Judek, S., Mamedov, A., 2000: Air pollution, aeroallergens and cardiorespiratory emergency department visits in Saint John, Canada. *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology*, 10(5), 461-477.

A "taxon" kifejezés magyarázata; a kockázati potenciál (risk potential, RP) és a terjeszkedési potenciál (expansion potential, EP) a Szerző által lettek-e bevezetve, vagy az irodalomból származnak. Mennyire elfogadottak ezek a mérőszámok?

6. A pollenkoncentrációk éves és napi jellemzői közelmúltbeli trendjeinek kvantitatív feltérképezése és ennek alapján kvalitatív becslés a jövőre nézve. Pontosabban a várható (allergén?) pollenű növényfajták besorolása a várható klímaváltozás regionális időjárási következményeinek hatására történő pollentermelés degradáció, intaktság, ill. stimuláció vonatkozásában (ami nyilván szorosan összefügg a vizsgált növényfajok elterjedésének

jellemzőivel.) *Itt a szakirodalomban új kapcsolati mérőszámok használatára is sor kerül (AM, MAM), amelyek a trendek deriváltjai közötti kapcsolatokat írják le. Jellemzik így az egyes taxonok (melyeket magyarul talán helyes lett volna növénycsoportoknak nevezni, és így a ritkán használt taxon kifejezést megmagyarázni) klímaérzékenységet is. Vannak újszerű kockázati jellemzők is, melyek a terjeszkedési potenciál (expansion potential, EP) és a kockázati potenciál (risk potential, RP). Nem világos, hogy ezek Szerző által lettek bevezetve, vagy az irodalomból származnak. Mennyire elfogadottak ezek a mérőszámok?*

#### **A “taxon” kifejezés magyarázata**

A taxon magyarul rendszertani egységet, kategóriát jelent. Ez lehet faj, nemzetség, család, stb. is. Amikor taxonokról beszélünk, akkor rendszertanilag összetartozó egységekre gondolunk. Ez a biológiában teljesen elterjedt fogalom, nemcsak növényekre, állatokra is használják. Nem jó a fajcsoport kifejezés, mert azon akármilyen csoportosítást érthetünk. Így fajcsoport lehet pl. egy élőhely növényfajai, az azonos szaporodási stratégiájú fajok, a kékvirágú növények, stb. Azaz a fajcsoport megnevezés nem egzakt, nem derül ki belőle a csoportosítás szempontja. A taxonból viszont igen, mert az definíciószerűen **rendszertani** csoportosítást jelent.

#### **A kockázati potenciál (Risk Potential = RP) és a terjeszkedési potenciál (Expansion Potential =EP) újdonsága és nemzetközi elfogadottsága**

**A kockázati potenciál (Risk Potential = RP) és a terjeszkedési potenciál (Expansion Potential =EP) fogalma az általam történő első bevezetését és leírását (Makra et al., 2011) megelőzően nem létezett a nemzetközi szakirodalomban.** Az egyes taxonoknak ezen két klímaváltozási kényszer szerinti besorolásához szükséges számítások elvégzésében segítségemre volt Deák József Áron biológus tanítványom és kollégám. Ezt a munkát közösen végeztük. Ezt követően elkészítettük az egyes taxonoknak e két indikátor szerinti részletesebb, biogeográfiai és növényföldrajzi szempontú elemzését is (Deák et al., 2013).

Egy bírálatra frissen hozzám került, s a „Science of the Total Environment” c. folyóiratba történő közlésre szánt kézirat idézi a Deák et al. (2013) cikket. További idézettségről nem tudok. E publikációink még viszonylag frissek.

#### **Hivatkozása**

- Deák, J.Á., Makra, L., Matyasovszky, I., Csépe, Z., Muladi, B., 2013: Climate sensitivity of allergenic taxa in Central Europe associated with new climate change – related forces. Science of the Total Environment, 442, 36-47.
- Makra, L., Matyasovszky, I., Deák, J.Á., 2011: Trends in the characteristics of allergenic pollen circulation in Central Europe based on the example of Szeged, Hungary. Atmospheric Environment, 45, 6010-6018.

Szeged, 2013. május 8.

Megköszönöm a Tisztelt Bíráló munkáját – észrevételeit, megjegyzéseit.

Tisztelettel

Makra László